

# OPTICAL COMMUNICATION DEVICE, OPTICAL COMMUNICATION EQUIPMENT OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM AND OPTICAL SPECTRAL ANALYZER

Patent number: JP10290213

Publication date: 1998-10-27

Inventor: KITAGAKI SHUNICHI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- international: H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/12;  
H04B10/13; H04B10/135; H04B10/14; H04B10/142;  
H04B10/152; H04B10/26; H04B10/28; H04J14/00;  
H04J14/02; H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06;  
H04B10/12; H04B10/13; H04B10/135; H04B10/14;  
H04B10/142; H04B10/152; H04B10/26; H04B10/28;  
H04J14/00; H04J14/02; (IPC1-7): H04J14/00;  
H04B10/02; H04B10/04; H04B10/06; H04B10/12;  
H04B10/13; H04B10/135; H04B10/14; H04B10/142;  
H04B10/152; H04B10/26; H04B10/28; H04J14/02

- european:

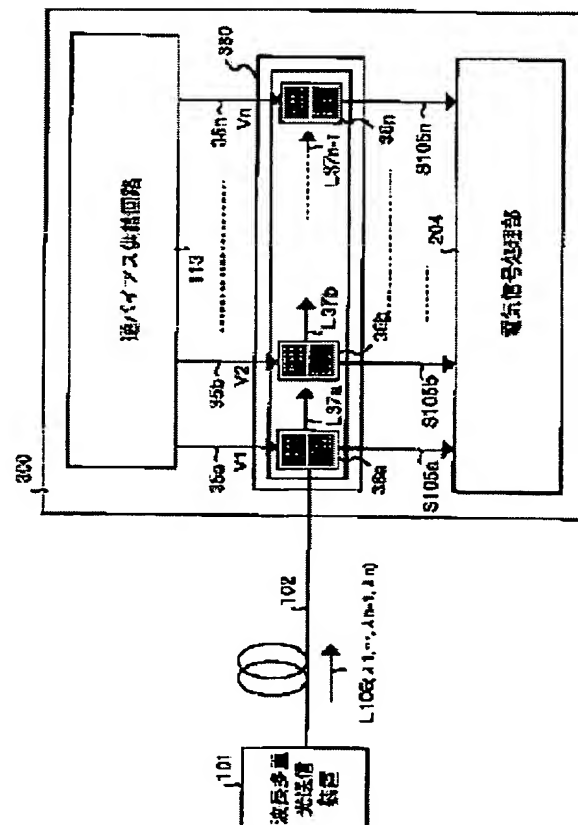
Application number: JP19970097608 19970415

Priority number(s): JP19970097608 19970415

Report a data error here

## Abstract of JP10290213

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wavelength multiplex optical transmission technology which is excellent in mount performance and excellent in anti-fluctuation performance of a transmission wavelength and a reception wavelength due to a change in ambient temperature. **SOLUTION:** The system is made up of a wavelength multiplex optical transmitter 101 that multiplexes lights with a plurality of different wavelength bands, an optical fiber 102 that sends an optical signal L106 subject to wavelength multiplex, and an optical receiver 300 having an optical communication device 380 that extracts and demodulates the optical signal L106 propagated through the optical fiber 102 for each optical signal of each wavelength. The optical communication device 380 is of multi-stage configuration where (a) plurality of electric field absorbing modulation elements 36a, 36b,..., 36n connected in series and reverse bias voltages V1, V2,..., Vn higher toward the post-stages are applied to the electric field absorbing modulation elements 36a, 36b,..., 36n respectively with a reverse bias supply circuit 113.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-290213

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 B 9/00

E

L

Q

S

W

H 0 4 J 14/00

14/02

H 0 4 B 10/152

10/142

10/04

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-97608

(22) 出願日

平成9年(1997)4月15日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 北垣 俊一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

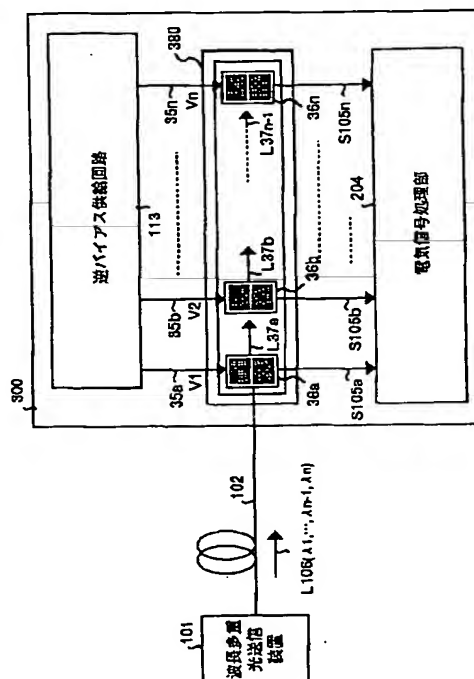
(74) 代理人 弁理士 酒井 宏明

(54) 【発明の名称】 光通信デバイスおよび光通信装置および光通信システム並びに光スペクトルアナライザ

(57) 【要約】

【課題】 実装性に優れるとともに、周囲温度の変化等による送信波長及び受信波長の耐変動性に優れる波長多重光伝送技術を提供すること。

【解決手段】 複数の異なる波長の光を多重する波長多重光送信装置101と、その波長多重された光信号L106を伝送する光ファイバ102と、光ファイバ102内を伝播してきた光信号L106を個々の波長の光信号毎に抽出して復調する光通信デバイス380を有する光受信装置300とで構成される。光通信デバイス380は、複数の電界吸収形変調素子36a, 36b, ..., 36nを直列に配置した多段構成のものであり、各電界吸収形変調素子36a, 36b, ..., 36nには、逆バイアス供給回路113により、後段にいくほど高い逆バイアス電位V1, V2, ..., Vnが印加されるようになっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を用いた光波長多重化伝送システムに使用される光通信用デバイスであって、前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段にいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る複数の電界吸収形変調素子を具備することを特徴とする光通信用デバイス。

【請求項2】 2つの前記電界吸収形変調素子が前後に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光通信用デバイス。

【請求項3】 多重された波長数に対応した数の前記電界吸収形変調素子が前後に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の光通信用デバイス。

【請求項4】 異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号がその伝送経路の途中で分岐される光波長多重化伝送システムにおいて使用され、分岐された前記光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一對の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、前記一對の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス供給回路と、を具備することを特徴とする光通信装置。

【請求項5】 異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る3個以上の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、前記電界吸収形変調素子に、各段で一波長ずつ吸収し得るように後段へいくほど高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス供給回路と、を具備することを特徴とする光通信装置。

【請求項6】 異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を増幅する光ファイバ増幅器として使用される光

通信装置であって、希土類添加光ファイバと、該希土類添加光ファイバを励起する励起用レーザ光源と、該励起用レーザ光源の出射光を前記希土類添加光ファイバ内に入射させて同ファイバ内を伝播する光信号と合成する光合成手段と、当該増幅器から出射され得る光の一部を分岐する光分岐手段と、

10 該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一對の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、該光通信用デバイスにより選別された所定の波長の光信号の断を検出する監視波長断検出回路と、  
20 該監視波長断検出回路の検出結果に基づいて、前記一對の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、前記光通信用デバイスの復調電気信号に応じて前記励起用レーザ光源の駆動電力を制御する励起用レーザ光源駆動回路と、を具備することを特徴とする光通信装置。

【請求項7】 異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一對の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、  
30 該光通信用デバイスを透過した光信号を受光するフォトダイオードと、該フォトダイオードの出力信号と前記光通信用デバイスの復調電気信号とに基づいて受信信号の波長変動を検出する波長変動検出回路と、  
40 該波長変動検出回路の検出結果に基づいて前記一對の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、を具備することを特徴とする光通信装置。

【請求項8】 異なる複数の波長の光を多重してなる光信号を送信する光通信装置であって、複数の異なる波長の光信号をそれぞれ出射する複数のレーザ光源と、

50 該レーザ光源の各出射光が多重された光信号の一部を分

岐する光分岐手段と、  
 該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、  
 前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、  
 前記光通信用デバイスにより受信される波長帯域を周期的に各信号波長に合わせるタイミング信号を前記逆バイアス制御回路へ送信するタイミング発生回路と、  
 前記光通信用デバイスにより受信された各信号波長の光の復調電気信号に基づいて前記各レーザ光源の出力を調整可能な信号光電力情報処理回路と、  
 を具備することを特徴とする光通信装置。  
 【請求項 9】 異なる複数の波長の光を多重してなる光信号を送信する光通信装置であって、  
 複数の異なる波長の光信号をそれぞれ出射する複数のレーザ光源と、  
 該複数のレーザ光源の出力部にそれぞれ接続された複数の可変光アッテネータと、  
 該レーザ光源の各出射光が多重された光信号の一部を分岐する光分岐手段と、  
 該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、  
 前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、  
 前記光通信用デバイスにより復調された各送信波長の信号電力に基づいて前記可変光アッテネータを制御するアッテネータ制御駆動回路と、  
 を具備することを特徴とする光通信装置。  
 【請求項 10】 異なる 2 つの波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、  
 入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る

一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、  
 前段の電界吸収形変調素子により復調されてなる第 1 の波長の復調電気信号に基づいて送信信号のタイミングを抽出する逆バイアス情報制御回路と、  
 該逆バイアス情報制御回路により抽出されたタイミング信号に基づいて前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、  
 を具備することを特徴とする光通信装置。  
 【請求項 11】 暗号化された複数の異なる信号を波長多重して光信号として送出する暗号化光信号送信装置と、前記光信号をデコードして送信側の所望の信号を抽出する暗号化光信号受信装置とを含む光通信システムにおいて、  
 前記暗号化光信号送信装置は、送信信号を複数の波長の光とともに時分割多重することにより暗号化して出力し、  
 前記暗号化光信号受信装置は、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信用デバイスと、前記暗号化光信号送信装置の時分割多重タイミングに同期したタイミングに基づいて前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、を含むことを特徴とする光通信システム。  
 【請求項 12】 複数の波長成分からなる光を複数の波長帯域に分解し、各波長帯域における光電力を測定する光スペクトルアナライザにおいて、  
 入射する前記光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る複数の電界吸収形変調素子と、  
 分解能値に応じて、前記電界吸収形変調素子に、各段で一波長帯域ずつ吸収し得るように後段へいくほど高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、  
 を具備することを特徴とする光スペクトルアナライザ。  
 【発明の詳細な説明】  
 【0001】  
 【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバを用いたデジタルまたはアナログ光通信システムにおいて用いられる光通信用デバイスおよび光通信装置並びに光通信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバを主要な伝送媒体とする光伝送システムにおいて、1芯当たりの伝送容量を増やすための一手段として、複数の異なる波長のレーザ光を重畳し、その多重化された光信号を1芯の光ファイバを介して伝送することにより、異なる信号を同時に伝送する波長多重化光伝送方式がある。

【0003】この波長多重化光伝送では、受信部において所望のチャンネルの波長の光信号を他の波長の光信号から選別する必要がある。その所望の光信号の選別が不十分であると、他の波長の光信号が漏れ込み、伝送特性が劣化してしまう。従って、安定した伝送特性を保つためには、送信部に於ける送信信号の波長の安定性と受信部に於ける波長選別の安定性、および送信信号の波長と受信部で選別された信号の波長との整合性が重要である。

【0004】また、光伝送システムにおいて、受信光レベルが変動すると、伝送特性に変動が生じる。波長多重化光伝送システムに光ファイバ増幅器が用いられている場合には、多重化されている光信号の波長数が増加すると、一般に一波長当たりの出力レベルが変化してしまうため、全チャンネルの伝送特性に影響が生じる。

【0005】そのため、波長多重化光伝送システムに用いられる光ファイバ増幅器では、通常、特定の波長により出力レベルの監視を行い、波長数の変化により監視している波長の出力レベルが変動した場合に、励起光パワーの調整等により自動的に一波長当たりの出力レベルが所定の値に保持されるような制御が行われている。

【0006】従来の光受信装置1401、21A、21B、…、21Nは、一般に、図14及至図16に示すように、波長可変光フィルタ1402、161a、161b、…、161nとフォトダイオード64の組合わせにより、波長多重された光信号L106、L20a、L20b、…、L20nから所望の波長の光信号を選別して復調するようになっている。

【0007】また、従来の光ファイバ増幅器においても、図17に示すように、波長可変光フィルタ1402とフォトダイオード64の組合わせにより、モニタ光を復調するようになっている。

【0008】また、従来の波長多重光送信装置1700においては、図18に示すように、レーザ光源駆動回路805Aにより送信用レーザ光源9a、9b、…、9nを単純に駆動しているだけである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の波長多重光伝送システムの送信部においては、周囲温度の変化や経年劣化等によりレーザダイオードの発光波長が当初よりずれたり、また受信器側の所望の波長を選別する光フィルタの透過中心波長が、周囲温度の変化等によりずれたりすることによって、近接波長からの光が漏

れこんで伝送特性が劣化するという問題点があった。

【0010】また、波長多重化伝送システムに光ファイバ増幅器を用いることにより、監視波長による波長毎の出力一定化機能を有するシステムにおいて、監視波長自体が断になった場合に出力一定化制御が機能しなくなるという問題点があった。

【0011】また、波長多重光伝送システムの受信部では、カプラ等の光分岐手段と各波長に対応した波長数分の光フィルタと波長数分のフォトダイオードが必要であり、実装性に劣るという問題点があった。

【0012】本発明は上記に鑑みてなされたもので、実装性に優れるとともに、周囲温度の変化等による送信波長および受信波長の耐変動性に優れ、また光ファイバ増幅器を用いる場合には波長数に依存しない出力一定化機能を高い信頼性で実現することができる波長多重光伝送技術に係る光通信用デバイスおよび光通信装置および光通信システム並びに光スペクトルアナライザを得ることを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、この発明に係る光通信用デバイスは、異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を用いた波長多重化伝送システムに使用される光通信用デバイスであって、前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段にいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る複数の電界吸収形変調素子を具備するものである。

【0014】この発明によれば、光通信用デバイスに入射した光信号のうち、印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してより後段の電界吸収形変調素子に入射する。そのより後段の電界吸収形変調素子に入射した光信号のうち、当該電界吸収形変調素子に印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してさらに後段の電界吸収形変調素子に入射する。

【0015】つぎの発明に係る光通信用デバイスは、2つの前記電界吸収形変調素子が前後に配置されているものである。

【0016】この発明によれば、光通信用デバイスに入射した光信号のうち所望の波長よりも波長が短い光信号は前段の電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号は前段の電界吸収形変調素子を透過して後段の電界吸収形変調素子に入射する。その入射した光信号のうち、復調すべき所望の波長の光信号は後段の電

界吸収形変調素子において吸収され、それよりも波長が長い光信号は後段の電界吸収形変調素子を透過する。

【0017】つぎの発明に係る光通信デバイスは、多重された波長数に対応した数の前記電界吸収形変調素子が前後に配置されているものである。

【0018】この発明によれば、光通信デバイスに入射した光信号のうち、印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してより後段の電界吸収形変調素子に入射する。そのより後段の電界吸収形変調素子に入射した光信号のうち、当該電界吸収形変調素子に印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してさらにより後段の電界吸収形変調素子に入射する。

【0019】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号がその伝送経路の途中で分岐される光波長多重化伝送システムにおいて使用され、分岐された前記光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス供給回路とを具備するものである。

【0020】この発明によれば、異なる複数の波長の光が多重された光信号を複数の信号に分岐し、それら光信号を、前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスにそれぞれ入射させ、各光通信デバイスにおいて所望の波長の光信号を抽出して復調する。

【0021】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る3個以上の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前記電界吸収形変調素子に、各段で一波長ずつ吸収し得るように後段へいくほど高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス供給回路とを具備するものである。

【0022】この発明によれば、異なる複数の波長の光が多重された光信号を、3段以上の段数の電界吸収形変

調素子により一波長ずつ抽出して復調する。

【0023】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を増幅する光ファイバ増幅器として使用される光通信装置であって、希土類添加光ファイバと、該希土類添加光ファイバを励起する励起用レーザ光源と、該励起用レーザ光源の出射光を前記希土類添加光ファイバ内に入射させて同ファイバ内を伝播する光信号と合成する光合成手段と、当該増幅器から出射され得る光の一部を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、該光通信デバイスにより選別された所定の波長の光信号の断を検出する監視波長断検出回路と、該監視波長断検出回路の検出結果に基づいて、前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、前記光通信デバイスの復調電気信号に応じて前記励起用レーザ光源の駆動電力を制御する励起用レーザ光源駆動回路とを具備するものである。

【0024】この発明によれば、出力される光信号の一部から分岐された光のうち、予め定められた波長の監視信号を、一対の電界吸収形変調素子を有する光通信デバイスにより抽出し復調する。

【0025】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、該光通信デバイスを透過した光信号を受光するフォトダイオードと、該フォトダイオードの出力信号と前記光通信デバイスの復調電気信号とに基づいて受信信号の波長変動を検出する波長変動検出回路と、該波長変動検出回路の検出結果に基づいて前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路とを具備するものである。

【0026】この発明によれば、レーザ光源の出射光の波長シフトを検出し、そのシフト量に応じて、光通信デバイスの一対の電界吸収形変調素子に印加する逆バイアス電位を制御することにより、受信波長帯域を制御する。

10

20

30

40

50



【0027】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光を多重してなる光信号を送信する光通信装置であって、複数の異なる波長の光信号をそれぞれ出射する複数のレーザ光源と、該レーザ光源の各出射光が多重された光信号の一部を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、前記光通信デバイスにより受信される波長帯域を周期的に各信号波長に合わせるタイミング信号を前記逆バイアス制御回路へ送信するタイミング発生回路と、前記光通信デバイスにより受信された各信号波長の光の復調電気信号に基づいて前記各レーザ光源の出力を調整可能な信号光電力情報処理回路とを具備するものである。

【0028】この発明によれば、出力する光信号の一部を分岐して光通信デバイスにより復調電気信号を周期的に測定し、それに基づき信号波長および出力レベルの変動を監視して、送信用レーザ光源の光の波長および出力レベルを安定化する。

【0029】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる複数の波長の光を多重してなる光信号を送信する光通信装置であって、複数の異なる波長の光信号をそれぞれ出射する複数のレーザ光源と、該複数のレーザ光源の出力部にそれぞれ接続された複数の可変光アッテネータと、該レーザ光源の各出射光が多重された光信号の一部を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段により分岐された光の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに前段よりも後段の方が高い逆バイアス電位が印可され得る前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路と、前記光通信デバイスにより復調された各送信波長の信号電力に基づいて前記可変光アッテネータを制御するアッテネータ制御駆動回路とを具備するものである。

【0030】この発明によれば、出力する光信号の一部を分岐して光通信デバイスにより復調電気信号を測定し、それに基づき周期的に測定される各信号波長の光レベルを検出し、その光レベルに応じて各波長毎の光出力を平坦化する。

【0031】つぎの発明に係る光通信装置は、異なる2つの波長の光が多重されてなる光信号を受信する光通信装置であって、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前段の電界吸収形変調素子により復調されてなる第1の波長の復調電気信号に基づいて送信信号のタイミングを抽出する逆バイアス情報制御回路と、該逆バイアス情報制御回路により抽出されたタイミング信号に基づいて前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路とを具備するものである。

【0032】この発明によれば、第1の伝送速度の信号で変調された波長 $\lambda_1$ の光信号、および第1の伝送速度の通信に相当する第2の伝送速度の信号で変調された波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の光信号の2波長の光が多重化された光信号から、光通信デバイスにより波長 $\lambda_1$ の光信号を復調して送信信号のタイミングを抽出し、そのタイミングに基づいて波長 $\lambda_2$ の光信号を復調する。

【0033】つぎの発明に係る光通信システムは、暗号化された複数の異なる信号を波長多重して光信号として送出する暗号化光信号送信装置と、前記光信号をデコードして送信側の所望の信号を抽出する暗号化光信号受信装置とを含む光通信システムにおいて、前記暗号化光信号送信装置は、送信信号を複数の波長の光とともに時分割多重することにより暗号化して出力し、前記暗号化光信号受信装置は、入射する前記光信号の進行方向に沿って直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスと、前記暗号化光信号送信装置の時分割多重タイミングに同期したタイミングに基づいて前記一対の電界吸収形変調素子に、前段よりも後段の方が高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路とを含むものである。

【0034】この発明によれば、予め定められた暗号化情報に基づいて光通信デバイスに印加する逆バイアス電位を制御して、復調する光波長を変化させることにより、暗号化光信号をデコードする。

【0035】つぎの発明に係る光スペクトルアナライザは、複数の波長成分からなる光を複数の波長帯域に分解し、各波長帯域における光電力を測定する光スペクトルアナライザにおいて、入射する前記光の進行方向に沿っ

て直列に配置され、かつ印加される逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号を吸収して電気信号に復調可能であるとともに、印加される逆バイアス電位に対応した波長および該波長よりも長い波長の光信号を透過可能で、さらに後段へいくほど高い逆バイアス電位が印可され得る複数の電界吸収形変調素子と、分解能値に応じて、前記電界吸収形変調素子に、各段で一波長帯域ずつ吸収し得るように後段へいくほど高い電位の逆バイアスを印可し得る逆バイアス制御回路とを具備するものである。

【0036】この発明によれば、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、 $n$ 段の電界吸収形変調素子を用いて、それぞれの波長帯域での光電力に変換する。

【0037】

【発明の実施の形態】まず、本発明の実施にあたって使用される光通信用デバイスの基本的な構成と動作原理について、以下に説明する。このデバイスは、図1に示すように、印加される逆バイアス電位に応じて吸収する光の波長が変化する第1の電界吸収形変調素子1および第2の電界吸収形変調素子2を光の進行方向に対して直列に集積化した素子に、入力用の光ファイバ3と電気信号出力用端子4を接続したものである。

【0038】そして、図2に示すように、第2の電界吸収形変調素子2に印加される逆バイアス $V_2$ が、第1の電界吸収形変調素子1に印加される逆バイアス $V_1$ よりも大きくなるように、それぞれ逆バイアス $V_1$ 、 $V_2$ が選択される。

【0039】そのように選択された各逆バイアス $V_1$ 、 $V_2$  ( $V_1 < V_2$ ) が、逆バイアス制御回路5により、第1の電界吸収形変調素子1および第2の電界吸収形変調素子2にそれぞれ印加された状態において、光通信用デバイスに、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号 $L$ が入射すると、逆バイアス $V_1$ の電位によって決まる波長よりも短い波長の光は、第1の電界吸収形変調素子1により吸収される。一方、逆バイアス $V_1$ の電位によって決まる波長よりも長い波長の光は、第1の電界吸収形変調素子1を透過する。

【0040】前段の第1の電界吸収形変調素子1を透過した光信号は、後段の第2の電界吸収形変調素子2に入射し、その入射光のうち、逆バイアス $V_2$ の電位 ( $V_1 < V_2$ ) によって決まる波長よりも短い波長の光は、第2の電界吸収形変調素子2により吸収される。一方、その波長よりも長い波長の光は、第2の電界吸収形変調素子2を透過する。つまり、第2の電界吸収形変調素子2により、所望の波長の光信号のみが復調されることになる。

【0041】従って、電界吸収形変調素子1、2にそれぞれ印加される逆バイアスの電位を、復調すべき光波長帯域のみを吸収し得るように設定することにより、従来の光バンドパスフィルタおよび光信号の電気変換を行う

光電気変換素子と同等の機能を有することになる。

【0042】つぎに、本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の各実施の形態においては、複数の光信号の波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{k-1}$ 、 $\lambda_k$ 、 $\lambda_{k+1}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{n-1}$ 、 $\lambda_n$ は、 $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_{k-1} > \lambda_k > \lambda_{k+1} > \dots > \lambda_{n-1} > \lambda_n$ である。また、各実施の形態において同一の構成または同じ機能を有する点については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

- 10 【0043】（実施の形態1）図3には、本発明に係る光通信用デバイスの一例が模式的に示されている。この光通信用デバイス104は、該デバイス104に入射する光信号 $L106$ のうち所定の波長の光信号を吸収し、その他の波長の光信号を透過する第1の電界吸収形変調素子111と、第1の電界吸収形変調素子111を透過した光信号 $L107$ のうち所定の波長の光信号を吸収し、その他の波長の光信号を透過する第2の電界吸収形変調素子112を有している。

- 20 【0044】そして、光通信用デバイス104には、その内部を光信号 $L106$ が伝播する伝送路となる光ファイバ102が接続されている。第2の電界吸収形変調素子112には、第2の電界吸収形変調素子112により光信号 $L107$ が復調されて得られた電気信号 $S105$ を出力する信号線105が接続されている。

- 30 【0045】また、光通信用デバイス104には、第1の電界吸収形変調素子111および第2の電界吸収形変調素子112にそれぞれ適当な電位の逆バイアスを印加し得る逆バイアス供給回路113が接続されている。この逆バイアス供給回路113により、第1の電界吸収形変調素子111および第2の電界吸収形変調素子112には、それぞれバイアス供給線（配線）108、109を介して、適当な電位の逆バイアス $V_1$ 、 $V_2$ が印加されるようになっている。

- 40 【0046】図4には、図3に示す光通信用デバイス104の入射光の波長と電界吸収形変調素子の吸収率との関係が模式的に示されている。本発明に係る光通信用デバイス104では、第2の電界吸収形変調素子112に印加される逆バイアス $V_2$ が、第1の電界吸収形変調素子111に印加される逆バイアス $V_1$ よりも大きくなるように、それぞれ逆バイアス $V_1$ 、 $V_2$ が選択される。

- 50 【0047】そのように選択された各逆バイアス $V_1$ 、 $V_2$  ( $V_1 < V_2$ ) が、第1の電界吸収形変調素子111および第2の電界吸収形変調素子112にそれぞれ印加された状態において、光通信用デバイス104に、複数の異なる波長 ( $\lambda_1$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ （ただし、 $n$ は2以上の自然数））の光が多重されてなる光信号 $L106$ が入射すると、逆バイアス $V_1$ の電位によって決まる波長よりも短い波長 ( $\lambda_{k+1}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ （ただし、 $k$ は2以上の自然数で、かつ $n$ よりも小さい））の光は、第1の電界吸収形変調素子111により吸収される。一方、逆



バイアスV1の電位によって決まる波長よりも長い波長( $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ )の光は、第1の電界吸収形変調素子111を透過する。

【0048】前段の第1の電界吸収形変調素子111を透過した光信号L107(波長: $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ )は、後段の第2の電界吸収形変調素子112に入射する。その入射光のうち、逆バイアスV2の電位( $V_1 < V_2$ )によって決まる波長よりも短い波長( $\lambda_k$ )の光は、第2の電界吸収形変調素子112により吸収される。一方、その波長よりも長い波長( $\lambda_1, \dots, \lambda_{k-1}$ )の光は、第2の電界吸収形変調素子112を透過する。従って、第2の電界吸収形変調素子112により、所望の波長( $\lambda_k$ )の光信号のみが復調されることになる。

【0049】ここで、第1の電界吸収形変調素子111および第2の電界吸収形変調素子112が吸収し得る光の波長は、それぞれ印加された逆バイアスV1、V2の電位に依存する。従って、逆バイアスV1、V2の各電位を適当に選択することによって、任意の波長の光信号に対応した電気信号S105が得られる。

【0050】以上のように構成された光通信用デバイス104の作用は以下の通りである。すなわち、複数の異なる波長( $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ )の光が多重されてなる光信号L106は、光ファイバ102内を伝播して光通信用デバイス104に入射する。

【0051】入射した光信号L106は、そのデバイス104内の第1の電界吸収形変調素子111に入射する。第1の電界吸収形変調素子111には、逆バイアス供給回路113により、復調すべき光信号の波長 $\lambda_k$ よりも短い波長の光を全て吸収し得るような逆バイアスV1が印加されている。従って、第1の電界吸収形変調素子111に入射した光信号L106(波長: $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ )のうち、 $\lambda_k$ よりも波長が短い光信号は、全て第1の電界吸収形変調素子111により吸収され、一方、 $\lambda_k$ および $\lambda_k$ よりも波長が長い光信号は、全て第1の電界吸収形変調素子111を透過する。

【0052】第1の電界吸収形変調素子111を透過した光信号L107(波長: $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ )は、後段の第2の電界吸収形変調素子112に入射する。第2の電界吸収形変調素子112には、逆バイアス供給回路113により、 $\lambda_k$ および $\lambda_k$ よりも短い波長の光を全て吸収し得るような逆バイアスV2が印加されている。既に、 $\lambda_k$ よりも短い波長の光は全て第1の電界吸収形変調素子111に吸収されているため、第2の電界吸収形変調素子112に入射した光信号L107のうち、波長 $\lambda_k$ の光信号のみが第2の電界吸収形変調素子112により吸収される。その吸収された波長 $\lambda_k$ の光信号は電気信号S105に復調され、その電気信号S105は信号線105を介して外部に出力される。第2の電界吸収形変調素子112において、 $\lambda_k$ よりも波長が長い光信号は全て透過する。

【0053】以上、詳述したように、この光通信用デバイス104によれば、印加された逆バイアスの電位により選択される任意の波長よりも短い波長の光を吸収し、かつその他の波長を透過可能な一対の電界吸収形変調素子が設けられており、それら電界吸収形変調素子には、逆バイアス供給回路113により、前段の電界吸収形変調素子111に印加される逆バイアスV1よりも、後段の電界吸収形変調素子112に印加される逆バイアスV2の方が電位が高くなるように、逆バイアスが印加されるようになっているため、この光通信用デバイス104に入射した光信号L106のうち所望の波長よりも波長が短い光信号は前段の電界吸収形変調素子111に吸収され、それよりも波長が長い光信号は前段の電界吸収形変調素子111を透過して後段の電界吸収形変調素子112に入射する。その入射した光信号L107のうち、復調すべき所望の波長の光信号は後段の電界吸収形変調素子112において吸収され、それよりも波長が長い光信号は後段の電界吸収形変調素子112を透過する。

【0054】従って、上記実施の形態1の光通信用デバイス104を光通信システムの例えば受信装置に用いることにより、逆バイアスの電位を調整するという電気的手段によってのみ透過波長を変えることができるので、可変光フィルタの透過波長を機械的に変化させることにより、複数の波長の光が多重されてなる光信号から所望の波長の光信号を抽出し、その抽出した光信号をフォトダイオードにより光電変換して電気信号を得るという従来の技術に比べて、高信頼性が得られるという効果を有する。

【0055】なお、複数の波長の光が多重されてなる光信号L106は、復調すべき光信号とそれよりも波長が長い光信号の2つの異なる波長の光が多重された信号であつてもよい。

【0056】(実施の形態2)図5には、本発明に係る光通信システムの一例が模式的に示されている。この光通信システムは、複数の異なる波長( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ )の光を多重する波長多重光送信装置101と、その波長多重された光信号L106を伝送する光ファイバ102と、光ファイバ102内を伝播してきた光信号L106を複数の伝送路(光ファイバ)に分岐する分岐手段201と、その分岐された各光信号L20a、L20b、 $\dots$ 、L20nがそれぞれ入射される光受信装置21a、21b、 $\dots$ 、21nとで構成されている。

【0057】各光受信装置21a、21b、 $\dots$ 、21nは、それぞれ上記実施の形態1の光通信用デバイス104、およびそれぞれの光通信用デバイス104により復調された電気信号S105a、S105b、 $\dots$ 、S105nの処理を行う電気信号処理部204を有している。また、光通信用デバイス104には、該デバイス内の第1の電界吸収形変調素子111および第2の電界吸収形変調素子112にそれぞれ適当な電位の逆バイアスを印加

10

20

30

40

50

し得る逆バイアス供給回路113が接続されている。なお、光通信用デバイス104および逆バイアス供給回路113の構成および作用等については、上記実施の形態1と同じであるため、詳細な説明を省略する。

【0058】第1の光受信装置21aにおいては、その逆バイアス供給回路113により、その光通信用デバイス104の第1の電界吸収形変調素子111には、 $\lambda 1$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda 1$ および $\lambda 1$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV1aが印加され、またその第2の電界吸収形変調素子112には、 $\lambda 1$ および $\lambda 1$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda 1$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV2aが印加される。それによって、第1の光受信装置21aでは、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号L20a（波長： $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n$ ）の中から波長 $\lambda 1$ の光信号のみが抽出される。

【0059】第2の光受信装置21bにおいては、その逆バイアス供給回路113により、その光通信用デバイス104の第1の電界吸収形変調素子111には、 $\lambda 2$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda 2$ および $\lambda 2$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV1bが印加され、またその第2の電界吸収形変調素子112には、 $\lambda 2$ および $\lambda 2$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda 2$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV2bが印加される。それによって、第2の光受信装置21bでは、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号L20b（波長： $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n$ ）の中から波長 $\lambda 2$ の光信号のみが抽出される。

【0060】 $\lambda 1$ および $\lambda 2$ と同様に、第nの光受信装置21nにおいては、その逆バイアス供給回路113により、その光通信用デバイス104の第1の電界吸収形変調素子111には、 $\lambda n$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda n$ および $\lambda n$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV1nが印加され、またその第2の電界吸収形変調素子112には、 $\lambda n$ および $\lambda n$ よりも短い波長の光を吸収し、かつ $\lambda n$ よりも波長の長い光を透過し得るような電位の逆バイアスV2nが印加される。それによって、第nの光受信装置21nでは、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号L20n（波長： $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n$ ）の中から波長 $\lambda n$ の光信号のみが抽出される。

【0061】以上のように構成された光通信システムの作用は以下の通りである。すなわち、波長多重光送信装置101において、複数の異なる波長（ $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n$ ）の光が多重される。その多重された光信号L106は、光ファイバ102内を伝播して分岐手段201に入射し、その分岐手段201により複数の伝送経路に分岐される。分岐された各光信号L20a、L20b、 $\dots$ 、L20nは、それぞれの光受信装置21a、21b、 $\dots$ 、21nの光通信用デバイス104に入射す

る。

【0062】そして、第1の光受信装置21aでは、波長 $\lambda 1$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda 1$ の光信号に対応した電気信号S105aが得られる。第2の光受信装置21bでは、波長 $\lambda 2$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda 2$ の光信号に対応した電気信号S105bが得られる。同様に、第nの光受信装置21nでは、波長 $\lambda n$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda n$ の光信号に対応した電気信号S105nが得られる。

【0063】この実施の形態2によれば、異なるn個の波長の光が多重された光信号L106をn個の信号に分岐し、そのn個の光信号L20a、L20b、 $\dots$ 、L20nを、上記実施の形態1の光通信用デバイス104を有するn個の光受信装置21a、21b、 $\dots$ 、21nにそれぞれ入射させ、各光受信装置21a、21b、 $\dots$ 、21nにおいて波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n$ の光信号を一つずつ抽出して復調するようにしたため、複数の光フィルタと複数のフォトダイオードモジュールとの組み合わせにより、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、各波長毎に弁別して復調するという従来の技術に比べて、光受信装置を単一の光部品により構成することができるので、光受信装置の小型化が図れるとともに、製造時に多大な作業時間を必要とする光ファイバの融着点を削減することができるので、製造コストを低減することができるという効果を有する。

【0064】（実施の形態3）図6には、本発明に係る光通信システムの一例が模式的に示されている。この光通信システムは、複数の異なる波長（ $\lambda 1$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n-1$ 、 $\lambda n$ ）の光を多重する波長多重光送信装置101と、その波長多重された光信号L106を伝送する光ファイバ102と、光ファイバ102内を伝播してきた光信号L106を個々の波長の光信号毎に抽出して復調する光通信用デバイス380を有する光受信装置300とで構成されている。

【0065】光通信用デバイス380は、複数の電界吸収形変調素子36a、36b、 $\dots$ 、36nを直列に配置した多段構成のものであり、各電界吸収形変調素子36a、36b、 $\dots$ 、36nには、それぞれバイアス供給線35a、35b、 $\dots$ 、35nを介して逆バイアス供給回路113により、後段にいくほど高い逆バイアス電位V1、V2、 $\dots$ 、Vnが印加されるようになっている。

【0066】第1段目の電界吸収形変調素子36aに印加される逆バイアス電位V1は、入射光信号L106（波長： $\lambda 1$ 、 $\dots$ 、 $\lambda n-1$ 、 $\lambda n$ ）のうち最も短い波長 $\lambda n$ の光信号のみを吸収し、 $\lambda n$ よりも波長の長い光信号を透過し得るような電位である。

【0067】第2段目の電界吸収形変調素子36bに印加される逆バイアス電位V2は、第1段目の電界吸収形変調素子36aを透過した光信号L37a（波長： $\lambda$

1, ...,  $\lambda_{n-1}$ )のうち最も短い波長 $\lambda_{n-1}$ の光信号のみを吸収し、 $\lambda_{n-1}$ よりも波長が長い光信号137bを透過し得るような電位である。

【0068】同様に、第n段目の電界吸収形変調素子36nに印加される逆バイアス電位 $V_n$ は、第n-1段目の電界吸収形変調素子(図示省略)を透過した光信号L37n-1(波長: $\lambda_1$ )のうち最も短い波長、すなわち $\lambda_1$ の光信号のみを吸収し、 $\lambda_1$ よりも波長が長い光信号を透過し得るような電位である。

【0069】以上のように構成された光通信システムの作用は以下の通りである。すなわち、波長多重光送信装置101において、複数の異なる波長( $\lambda_1$ , ...,  $\lambda_{n-1}$ ,  $\lambda_n$ )の光が多重される。その多重された光信号L106は、光ファイバ102内を伝播して光受信装置300の光通信デバイス380に入射する。

【0070】そして、第1段目の電界吸収形変調素子36aでは、入射光信号L106(波長: $\lambda_1$ , ...,  $\lambda_{n-1}$ ,  $\lambda_n$ )のうち最も短い波長 $\lambda_n$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda_n$ の光信号に対応した電気信号S105aが得られる。第2段目の電界吸収形変調素子36bでは、第1段目の電界吸収形変調素子36aを透過した光信号L37a(波長: $\lambda_1$ , ...,  $\lambda_{n-1}$ )のうち最も短い波長 $\lambda_{n-1}$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda_n$ の光信号に対応した電気信号S105aが得られる。第n段目の電界吸収形変調素子36nでは、第n-1段目の電界吸収形変調素子(図示省略)を透過した光信号L37n-1(波長: $\lambda_1$ )のうち最も短い波長、すなわち $\lambda_1$ の光信号のみが抽出され、それが復調されて、波長 $\lambda_1$ の光信号に対応した電気信号S105nが得られる。

【0071】この実施の形態3によれば、異なるn個の波長の光が多重された光信号L106を、n段の電界吸収形変調素子により一波長ずつ抽出して復調するようにしたため、光フィルタおよびフォトダイオードモジュールを組み合わせた複数のデバイスを具備した装置と光分岐手段とにより、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、各波長毎に弁別して復調するという従来の技術に比べて、光受信装置を単一の光部品により構成することができるとともに、光分岐手段が不要となるので、光受信装置の構成部品および実装スペースを削減することができ、光受信装置の小型化が図れる。

【0072】(実施の形態4)図7には、本発明に係る光通信装置を光スペクトルアナライザに適用した例が模式的に示されている。この光スペクトルアナライザ300aは、光ファイバ102および信号光入力部400を介して入射された、複数の異なる波長( $\lambda_1$ , ...,  $\lambda_{n-1}$ ,  $\lambda_n$ )の光が多重されてなる光信号L106を、上記実施の形態3と同様の構成の光通信デバイス380により、個々の波長帯域の光信号毎に抽出し、それを復調するようになっているものである。光スペクトルア

ナライザ300aには、この光通信デバイス380の他に、逆バイアス供給回路113、電気信号処理部204および外部の制御装置等(図示省略)に接続され得る外部インタフェース部401が設けられている。光通信デバイス380、逆バイアス供給回路113および電気信号処理部204については、その構成および作用等は上記各実施の形態で説明した通りである。従って、それらの説明を省略する。

【0073】外部インタフェース部401には、外部の制御装置等(図示省略)から光スペクトルの測定条件情報D402が入力されるとともに、電気信号処理部204から光スペクトルの測定結果情報D33が入力される。また、外部インタフェース部401は、外部の制御装置等(図示省略)に光スペクトルの測定結果出力情報D403を出力するとともに、逆バイアス供給回路113に逆バイアス制御情報D32を出力する。

【0074】以上のように構成された光スペクトルアナライザ300aの作用は以下の通りである。すなわち、被測定光(信号光)L106は、信号光入力部400を介して光スペクトルアナライザ300aに入力される。また、外部の制御装置等から入力された波長分解能および波長帯域に関する測定条件情報D402に基づき、外部インタフェース部401は測定波長分解能および波長帯域に対応した逆バイアス制御情報D32を逆バイアス供給回路113へ送信する。

【0075】逆バイアス供給回路113は、逆バイアス制御情報D32に基づき、上記第3実施の形態と同様に、n段の電界吸収形変調素子36a, 36b, ..., 36nに前段側から順に逆バイアス $V_1$ ,  $V_2$ , ...,  $V_n$ を印加する。n段の電界吸収形変調素子36a, 36b, ..., 36nは、それぞれ印加された逆バイアス $V_1$ ,  $V_2$ , ...,  $V_n$ に対応した波長帯域での光電力を電気変換し、各波長帯域の電気信号S105a, S105b, ..., S105nとして電気信号処理部204へ送信する。

【0076】電気信号処理部204は、送られてきた電気信号S105a, S105b, ..., S105nを処理して測定結果情報D33を生成し、それを外部インタフェース部401へ送る。外部インタフェース部401は、測定結果を外部側の要求するインタフェースに応じた形式に変換して、測定結果出力情報D403として外部へ出力する。

【0077】この実施の形態4によれば、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号L106を、n段の電界吸収形変調素子36a, 36b, ..., 36nを用いて、それぞれの波長帯域での光電力に変換するようにしたため、回折格子等の分光手段を設けることなく、電気的な制御のみで波長分解能や測定波長帯域を制御することができるので、それら波長分解能や測定波長帯域の制御性に優れた光スペクトルアナライザが得られると

10

20

30

40

50

もに、構成部品点数が少なくて済み、光スペクトラルアナライザを小型化することができる。

【0078】（実施の形態5）図8には、本発明に係る光通信用デバイスを光ファイバ増幅器に適用した例が模式的に示されている。この光ファイバ増幅器は、複数の異なる波長（ $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ ）の光が多重されてなる光信号L106を伝送する希土類添加光ファイバ501と、光信号L106と励起用レーザ光とを合成する光多重化手段502と、励起用レーザ光を射出する励起用半導体レーザ505と、その励起用半導体レーザ505を駆動制御する励起用半導体レーザ駆動制御回路506と、レーザ光源への戻り光を遮断する光アイソレータ503と、当該光ファイバ増幅器の出射光の一部を分岐するモニタ用光分岐部504と、上記実施の形態1と同様の構成の光通信用デバイス104と、モニタ用光分岐部504で分岐され光通信用デバイス104により抽出された光（監視用の光信号）の入力を監視する入力断検出回路602と、その入力断検出回路602の検出結果に基づいて光通信用デバイス104の一对の電界吸収形変調素子に印加する逆バイアス電位を制御する逆バイアス制御回路601とを備えている。なお、光通信用デバイス104の構成および作用等については、上記実施の形態1と同じであるため、詳細な説明を省略する。

【0079】以上のように構成された光ファイバ増幅器の作用は以下の通りである。すなわち、複数の異なる波長（ $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ ）の光が多重されてなる光信号L106は、希土類添加光ファイバ501内を伝播して増幅される。その光信号L106は、光多重化手段502において、励起用半導体レーザ505から射出された励起用レーザ光と多重され、光アイソレータ503を通過する。光アイソレータ503を通過した光L510は、外部へ出力されるとともに、その一部がモニタ用光分岐部504により分岐される。その分岐された光L511は、光通信用デバイス104に入力される。

【0080】光通信用デバイス104では、そのデバイス104に入力された光L511のうち、予め定められた第1の監視波長 $\lambda_{k1}$ の光信号が抽出され、電気信号に復調される。その復調された電気信号は、監視信号のレベル情報D512として、励起用半導体レーザ駆動制御回路506および監視信号の入力断検出回路602へ入力される。

【0081】励起用半導体レーザ駆動制御回路506では、入力された監視信号のレベル情報D512に基づいて、一波長当たりの出力レベルを一定に保つように、励起用半導体レーザ505の駆動電流I515を制御する。それによって、この光ファイバ増幅器から出力される光信号の一波長当たりの出力レベルが一定に保たれる。

【0082】第1の監視波長 $\lambda_{k1}$ が断になった場合には、それが入力断検出回路602により検出され、入力

断検出回路602から逆バイアス制御回路601に監視信号断情報D604が送信される。逆バイアス制御回路601では、モニタ用光分岐部504により分岐された光L511のうち、予め定められた第2の監視波長 $\lambda_{k2}$ の光信号を監視信号として復調するように、光通信用デバイス104の一对の電界吸収形変調素子に印加する逆バイアス電位を制御する。同様にして、第2の監視信号が断となった場合には、予め定められた第3の監視波長 $\lambda_{k3}$ の光信号を監視信号とし、一波長当たりの出力レベルが一定に保たれるように、励起用半導体レーザ505の駆動電流I515の制御が継続して行われる。

【0083】この実施の形態5によれば、出力される光信号の一部から分岐された光L511のうち、予め定められた波長の監視信号を、一对の電界吸収形変調素子を有する光通信用デバイス104により抽出し復調するようになっているため、監視信号が固定されていてその信号が断になった場合には出力レベルの制御機能が不能になってしまう従来の技術に比べて、監視信号が断となっても他の波長の信号を新たに監視信号に設定することができるので、初期の監視信号が断となっても出力レベルを一定に保つ制御を継続して行うことができ、制御機能の高信頼化を図ることができる。

【0084】（実施の形態6）図9には、本発明に係る光通信装置の一例が模式的に示されている。この光通信装置300bは、光ファイバ102内を伝播してきた、複数の異なる波長（ $\lambda_1, \dots, \lambda_k, \dots, \lambda_n$ ）の光が多重されてなる光信号L106のうち、所定波長 $\lambda_k$ の信号を抽出して復調する上記実施の形態1と同様の構成の光通信用デバイス104と、その復調された電気信号S105を処理する電気信号処理部204と、光通信用デバイス104を透過した光L65を受光するフォトダイオード64と、フォトダイオード64により光電変換された復調信号S66と電気信号処理部204から出力された吸収光レベル情報D61とを比較して波長 $\lambda_k$ の光信号の波長変動量を検出する波長変動検出回路62と、その検出回路62から出力された波長シフト情報D69に基づいて、光通信用デバイス104の一对の電界吸収形変調素子111、112に印加する逆バイアス電位を制御する逆バイアス制御回路31とを備えている。

【0085】以上のように構成された光通信装置の作用は以下の通りである。すなわち、光通信用デバイス104へ入力した光信号L106のうち、波長 $\lambda_1$ の光のみが復調され、 $\lambda_k$ よりも波長の長い光は透過する。透過した光信号L65は光ファイバ63を介してフォトダイオード64へ入力する。フォトダイオード64からの透過光の復調信号S66と、波長 $\lambda_k$ の光を復調してなる電気信号S105を電気信号処理部204で処理して得られた吸収光レベル情報D61は、波長変動検出回路62へ送られる。

【0086】一般に、レーザ光源の光は、経年変化によ

り長波長側へシフトする傾向がある。従って、波長変動検出回路 62 において、波長  $\lambda k$  の光信号の復調レベルが下がり、光通信用デバイス 104 を透過した光信号 L65 の復調レベルが上がった場合には、当初波長が  $\lambda k$  であった光信号の波長が長波長側へシフトしたものと判断される。一方、波長  $\lambda k$  の光信号の復調レベルが下がり、光通信用デバイス 104 を透過した光信号 L65 の復調レベルが変わらない場合には、波長  $\lambda k$  の光信号の波長変動は起きていないが、送信レベルが下がったと判断される。

【0087】波長変動検出回路 62 により、波長  $\lambda k$  の光信号の波長が長波長側へシフトしたと認識された場合には、波長変動検出回路 62 から逆バイアス制御回路 31 へ波長シフト情報 D69 が送られる。逆バイアス制御回路 31 では、波長シフト量に応じて、そのシフトした波長  $\lambda k$  の光信号の復調レベルが初期のレベルになるように、光通信用デバイス 104 の一対の電界吸収形変調素子 111, 112 に印加する逆バイアス電位を制御する。

【0088】この実施の形態 6 によれば、レーザ光源の 20 出射光の波長シフトを検出し、そのシフト量に応じて、光通信用デバイス 104 の一対の電界吸収形変調素子 111, 112 に印加する逆バイアス電位を制御することにより、受信波長帯域を制御するようにしたため、波長多重化された光による通信システムにおいて、信号波長が変動した場合にも、波長変動に応じた受信波長帯域を従来よりも高速に制御することができ、S/N 比の低下による伝送特性の劣化を防止することができる。

【0089】(実施の形態 7) 図 10 には、本発明に係る光通信システムの一例が模式的に示されている。この 30 光通信システムは、暗号化光信号送信装置 704 と暗号化信号受信装置 705 とからなり、暗号化信号受信装置 705 において、暗号化光信号 L706 から所定の信号を抽出し復調する手段として上記実施の形態 1 と同様の構成の光通信用デバイス 104 を用いたものである。光通信用デバイス 104 については、詳細な説明を省略する。

【0090】暗号化光信号送信装置 704 は、暗号化した信号を生成する暗号化信号発生装置 701 と、送信用レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n と、それらレーザ光源 9a, 9b, ..., 9n を駆動するレーザ駆動回路 805 と、レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n から発せられた光信号を多重する光合成手段 804 と、暗号化に使用する 40 タイミング信号を発生するタイミング発生回路 71a とを備えている。

【0091】暗号化信号受信装置 705 は、光通信用デバイス 104 と、光通信用デバイス 104 の一対の電界吸収形変調素子 111, 112 に印加する逆バイアス電位を制御する逆バイアス制御回路 72 と、光通信用デバイス 104 により復調された電気信号 S78 を処理する 50

電気信号処理部 204 と、暗号化光信号送信装置 704 のタイミング発生回路 71a に同期したタイミング発生回路 71b を備えている。

【0092】以上のように構成された光通信システムの作用は以下の通りである。すなわち、送信する信号 S75a, S75b, ..., S75n は、それぞれ、暗号化信号発生装置 701 により、タイミング発生回路 71a から送られてきたタイミング信号 CLK に同期して時分割でスクランブルされ、暗号化される。それら暗号化された電気信号 S76a, S76b, ..., S76n はレーザ駆動回路 805 へ送られる。

【0093】送信用レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n は、それぞれレーザ駆動回路 805 から供給された駆動電流 I77a, I77b, ..., I77n により駆動されて、光信号 L78a, L78b, ..., L78n を出射する。出射された各光信号 L78a, L78b, ..., L78n は、光合成手段 804 により合成される。その合成された暗号化光信号 L706 は、光ファイバ 102 を介して受信側へ伝送される。

【0094】光ファイバ 102 を介して送られてきた暗号化光信号 L706 は、光通信用デバイス 104 により受信される。逆バイアス制御回路 72 は、タイミング発生回路 71b から送られてきたタイミング信号 CLK に同期して、予め定められた暗号化情報により逆バイアス電位を制御して、復調する光波長を変化させる。光通信用デバイス 104 によりデコードされた電気信号 S78 は、電気信号処理部 204 へ送られる。

【0095】この実施の形態 7 によれば、予め定められた暗号化情報に基づいて光通信用デバイス 104 に印加する逆バイアス電位を制御して、復調する光波長を変化させることにより、暗号化光信号 L706 をデコードするようにしたため、光の波長多重を利用した高速変復調の暗号化通信システムを構成することができる。

【0096】(実施の形態 8) 図 11 には、本発明に係る光通信装置の一例が模式的に示されている。この光通信装置 800 は、送信用レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n と、送信用レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n の駆動電流および温度制御を行うレーザ光源駆動制御回路 805 と、送信用レーザ光源 9a, 9b, ..., 9n から出射された光を多重する光合成手段 804 と、波長多重された光信号 L106 の一部を分岐する光分岐手段 902 と、上記実施の形態 1 と同様の構成の光通信用デバイス 104 と、その光通信用デバイス 104 に印加する逆バイアス電位を制御する逆バイアス制御回路 801 と、光通信用デバイス 104 に印加する逆バイアスを周期的に変化させるためのタイミング信号を発生するタイミング発生回路 806 と、光通信用デバイス 104 により復調された電気信号 S105 をレーザ光源駆動制御回路へ送るための信号光電力情報処理回路 811 とを備えている。

【0097】以上のように構成された光通信装置の作用



は以下の通りである。すなわち、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n から発せられ光合成手段 8 0 4 により波長多重された光信号 L 1 0 6 は、光ファイバ 1 0 2 を介して外部へ出力されるとともに、その一部が光分岐手段 9 0 2 により分岐されて光通信用デバイス 1 0 4 に送られる。逆バイアス制御回路 8 0 1 には、タイミング発生回路 8 0 6 からタイミング信号 C L K が供給されている。そのタイミング信号 C L K に同期して光通信用デバイス 1 0 4 に印加される逆バイアス電位が制御され、各信号波長の復調電気信号 S 1 0 5 が得られる。

【0 0 9 8】信号光電力情報処理回路 8 1 1 は、周期的に測定される各信号波長の光レベルに対応する復調電気信号 S 1 0 5 に基づいて、信号波長および出力レベルの変動を監視し、レーザ駆動電流制御信号 S 8 0 9 をレーザ光源駆動制御回路 8 0 5 へ出力して、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n の光の波長および出力レベルを安定化させる。

【0 0 9 9】この実施の形態 8 によれば、出力する光信号 L 1 0 6 の一部を分岐して光通信用デバイス 1 0 4 により復調電気信号 S 1 0 5 を周期的に測定し、それに基づき信号波長および出力レベルの変動を監視して、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n の光の波長および出力レベルを安定化させるようにしたため、応答速度の速い波長および出力安定化制御機能を有する波長多重化送信装置を含む光通信システムが構成される。

【0 1 0 0】（実施の形態 9）図 1 2 には、本発明に係る光通信装置の一例が模式的に示されている。この光通信装置は、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n と、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n を駆動制御するレーザ駆動回路（図示省略）と、電動可変光アッテネータ 1 a, 1 b, ..., 1 n と、それら電動可変光アッテネータ 1 a, 1 b, ..., 1 n を制御するアッテネータ制御駆動回路 9 0 1 と、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n から出射された光を多重する光合成手段 8 0 4 と、波長多重された光信号 L 1 0 6 の一部を分岐する光分岐手段 9 0 2 と、上記実施の形態 1 と同様の構成の光通信用デバイス 1 0 4 と、その光通信用デバイス 1 0 4 に印加する逆バイアス電位を制御する逆バイアス制御回路 8 0 1 と、光通信用デバイス 1 0 4 に印加する逆バイアスを周期的に変化させるためのタイミング信号を発生するタイミング発生回路 8 0 6 とを備えている。

【0 1 0 1】以上のように構成された光通信装置の作用は以下の通りである。すなわち、送信用レーザ光源 9 a, 9 b, ..., 9 n から発せられ光合成手段 8 0 4 により波長多重された光信号 L 1 0 6 は、光ファイバ 1 0 2 を介して外部へ出力されるとともに、その一部が光分岐手段 9 0 2 により分岐されて光通信用デバイス 1 0 4 に送られる。逆バイアス制御回路 8 0 1 には、タイミング発生回路 8 0 6 からタイミング信号 C L K が供給されている。そのタイミング信号 C L K に同期して光通信用デ

バイス 1 0 4 に印加される逆バイアス電位が制御され、各信号波長の復調電気信号 S 1 0 5 が得られる。

【0 1 0 2】アッテネータ制御駆動回路 9 0 1 は、復調電気信号 S 1 0 5 に基づき周期的に測定される各信号波長の光レベルを検出し、その光レベルに応じて各波長毎の光出力を平坦化するように、電動可変光アッテネータ 1 a, 1 b, ..., 1 n を制御するアッテネータ駆動信号 S 8 1 1 を各電動可変光アッテネータ 1 a, 1 b, ..., 1 n に出力する。

10 【0 1 0 3】この実施の形態 9 によれば、出力する光信号 L 1 0 6 の一部を分岐して光通信用デバイス 1 0 4 により復調電気信号 S 1 0 5 を測定し、それに基づき周期的に測定される各信号波長の光レベルを検出し、その光レベルに応じて各波長毎の光出力を平坦化するようにしたため、送信波長の平坦性を高速制御することができる波長多重化した光通信システムの送信装置が構成される。

【0 1 0 4】（実施の形態 1 0）図 1 3 には、本発明に係る光通信装置の一例が模式的に示されている。この光通信装置 1 0 0 0 は、第 1 の伝送速度の信号で変調された波長  $\lambda 1$  の光信号、および第 1 の伝送速度の通倍に相当する第 2 の伝送速度の信号で変調された波長  $\lambda 2$  ( $\lambda 1 < \lambda 2$ ) の光信号の 2 波長の光が多重化された光信号 L 1 0 0 1 から、波長  $\lambda 2$  の光信号を復調する手段として、上記実施の形態 1 と同様の構成の光通信用デバイス 1 0 4 を用いたものであり、光通信用デバイス 1 0 4 と逆バイアス制御回路 8 0 1 と電気信号処理部 2 0 4 と逆バイアス情報制御回路 1 0 1 2 とを有している。

30 【0 1 0 5】以上のように構成された光通信装置の作用は以下の通りである。すなわち、受信された光信号 L 1 0 0 1 は、光通信用デバイス 1 0 4 に入力され、そのデバイス 1 0 4 内の前段の電界吸収形変調素子 1 1 1 により、第 1 の伝送速度でもって変調されたより短波の  $\lambda 1$  の光信号が復調される。得られた波長  $\lambda 1$  の光信号の復調信号 S 1 0 1 5 は、逆バイアス情報制御回路 1 0 1 2 へ送られる。

【0 1 0 6】逆バイアス情報制御回路 1 0 1 2 は、送られてきた復調信号 S 1 0 1 5 に基づき、送信信号のタイミングを抽出し、その抽出したタイミングに関するバイアス制御信号 S 1 0 1 1 を逆バイアス制御回路 8 0 1 に送る。そのバイアス制御信号 S 1 0 1 1 に基づき逆バイアス制御回路 8 0 1 により、光通信用デバイス 1 0 4 内の後段の電界吸収形変調素子 1 1 2 に印加される逆バイアスが変調され、第 1 の伝送速度の通倍に相当する第 2 の伝送速度の信号で変調された波長  $\lambda 2$  の光信号が復調される。

50 【0 1 0 7】この実施の形態 1 0 によれば、第 1 の伝送速度の信号で変調された波長  $\lambda 1$  の光信号、および第 1 の伝送速度の通倍に相当する第 2 の伝送速度の信号で変調された波長  $\lambda 2$  ( $\lambda 1 < \lambda 2$ ) の光信号の 2 波長の光



が多重化された光信号 L1001 から、光通信デバイス 104 により波長  $\lambda_1$  の光信号を復調して送信信号のタイミングを抽出し、そのタイミングに基づいて波長  $\lambda_2$  の光信号を復調するようにしたため、波長  $\lambda_2$  の光信号は、伝送速度の通分の 1 の変調周波数でバイアスが変調されることになり、受信雑音が低減し、受信の S/N 比が改善されて、受信感度が上がる。

【0108】以上本発明者によってなされた発明を各実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0109】

【発明の効果】以上のように、この発明に係る光通信デバイスによれば、光通信デバイスに入射した光信号のうち、印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してより後段の電界吸収形変調素子に入射する。そのより後段の電界吸収形変調素子に入射した光信号のうち、当該電界吸収形変調素子に印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してさらにより後段の電界吸収形変調素子に入射するため、この光通信デバイスを用いることにより、逆バイアスの電位を調整するという電気的手段によってのみ透過波長を変えることができるので、可変光フィルタの透過波長を機械的に変化させることにより、複数の波長の光が多重されてなる光信号から所望の波長の光信号を抽出し、その抽出した光信号をフォトダイオードにより光電変換して電気信号を得るといった従来の技術に比べて、高信頼性が得られるという効果を有する。

【0110】つぎの発明に係る光通信デバイスによれば、光通信デバイスに入射した光信号のうち所望の波長よりも波長が短い光信号は前段の電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号は前段の電界吸収形変調素子を透過して後段の電界吸収形変調素子に入射する。その入射した光信号のうち、復調すべき所望の波長の光信号は後段の電界吸収形変調素子において吸収され、それよりも波長が長い光信号は後段の電界吸収形変調素子を透過するため、この光通信デバイスを用いることにより、逆バイアスの電位を調整するという電気的手段によってのみ透過波長を変えることができるので、可変光フィルタの透過波長を機械的に変化させることにより、複数の波長の光が多重されてなる光信号から所望の波長の光信号を抽出し、その抽出した光信号をフォトダイオードにより光電変換して電気信号を得るといった従来の技術に比べて

て、高信頼性が得られるという効果を有する。

【0111】つぎの発明に係る光通信デバイスによれば、光通信デバイスに入射した光信号のうち、印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してより後段の電界吸収形変調素子に入射する。そのより後段の電界吸収形変調素子に入射した光信号のうち、当該電界吸収形変調素子に印加された逆バイアス電位に対応した波長よりも短い波長の光信号はその電界吸収形変調素子に吸収され、それよりも波長が長い光信号はその電界吸収形変調素子を透過してさらにより後段の電界吸収形変調素子に入射するため、この光通信デバイスを光通信システムの例えば受信装置に用いることにより、逆バイアスの電位を調整するという電気的手段によってのみ透過波長を変えることができるので、可変光フィルタの透過波長を機械的に変化させることにより、複数の波長の光が多重されてなる光信号から所望の波長の光信号を抽出し、その抽出した光信号をフォトダイオードにより光電変換して電気信号を得るといった従来の技術に比べて、高信頼性が得られるという効果を有する。

【0112】つぎの発明に係る光通信装置によれば、異なる複数の波長の光が多重された光信号を複数の信号に分岐し、それら光信号を、前後一対の電界吸収形変調素子を具備する光通信デバイスにそれぞれ入射させ、各光通信デバイスにおいて所望の波長の光信号を抽出して復調するため、複数の光フィルタと複数のフォトダイオードモジュールとの組み合わせにより、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、各波長毎に弁別して復調するという従来の技術に比べて、光受信装置を単一の光部品により構成することができるので、光受信装置の小型化が図れるとともに、製造時に多大な作業時間を必要とする光ファイバの融着点を削減することができるので、製造コストを低減することができるという効果を有する。

【0113】つぎの発明に係る光通信装置によれば、異なる複数の波長の光が多重された光信号を、3 段以上の段数の電界吸収形変調素子により一波長ずつ抽出して復調するため、光フィルタおよびフォトダイオードモジュールを組み合わせた複数のデバイスを具備した装置と光分岐手段とにより、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、各波長毎に弁別して復調するという従来の技術に比べて、光受信装置を単一の光部品により構成することができるので、光受信装置の構成部品および実装スペースを削減することができ、光受信装置の小型化が図れる。

【0114】つぎの発明に係る光通信装置によれば、出力される光信号の一部から分岐された光のうち、予め定められた波長の監視信号を、一対の電界吸収形変調素子を有する光通信デバイスにより抽出し復調するため、

監視信号が固定されていてその信号が断になった場合には出力レベルの制御機能が不能になってしまう従来の技術に比べて、監視信号が断となっても他の波長の信号を新たに監視信号に設定することができるので、初期の監視信号が断となっても出力レベルを一定に保つ制御を継続して行うことができ、制御機能の高信頼化を図ることができる。

【0115】つぎの発明に係る光通信装置によれば、レーザ光源の出射光の波長シフトを検出し、そのシフト量に応じて、光通信用デバイスの一對の電界吸収形変調素子に印加する逆バイアス電位を制御することにより、受信波長帯域を制御するため、波長多重化された光による通信システムにおいて、信号波長が変動した場合にも、波長変動に応じた受信波長帯域を従来よりも高速に制御することができ、S/N比の低下による伝送特性の劣化を防止することができる。

【0116】つぎの発明に係る光通信装置によれば、出力する光信号の一部を分岐して光通信用デバイスにより復調電気信号を周期的に測定し、それに基づき信号波長および出力レベルの変動を監視して、送信用レーザ光源の光の波長および出力レベルを安定化するため、応答速度の速い波長および出力安定化制御機能を有する波長多重化送信装置を含む光通信システムが構成される。

【0117】つぎの発明に係る光通信装置によれば、出力する光信号の一部を分岐して光通信用デバイスにより復調電気信号を測定し、それに基づき周期的に測定される各信号波長の光レベルを検出し、その光レベルに応じて各波長毎の光出力を平坦化するため、送信波長の平坦性を高速制御することができる波長多重化した光通信システムの送信装置が構成される。

【0118】つぎの発明に係る光通信装置によれば、第1の伝送速度の信号で変調された波長 $\lambda_1$ の光信号、および第1の伝送速度の通倍に相当する第2の伝送速度の信号で変調された波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の光信号の2波長の光が多重化された光信号から、光通信用デバイスにより波長 $\lambda_1$ の光信号を復調して送信信号のタイミングを抽出し、そのタイミングに基づいて波長 $\lambda_2$ の光信号を復調するため、波長 $\lambda_2$ の光信号は、伝送速度の通分の1の変調周波数でバイアスに変調されることになり、受信雑音が低減し、受信のS/N比が改善されて、受信感度が上がる。

【0119】つぎの発明に係る光通信システムによれば、予め定められた暗号化情報に基づいて光通信用デバイスに印加する逆バイアス電位を制御して、復調する光波長を変化させることにより、暗号化光信号をデコードするため、光の波長多重を利用した高速変復調の暗号化通信システムを構成することができる。

【0120】つぎの発明に係る光スペクトルアナライザによれば、複数の異なる波長の光が多重されてなる光信号を、n段の電界吸収形変調素子を用いて、それぞれの

波長帯域での光電力に変換するため、回折格子等の分光手段を設けることなく、電気的な制御のみで波長分解能や測定波長帯域を制御することができるので、それら波長分解能や測定波長帯域の制御性に優れた光スペクトルアナライザが得られるとともに、構成部品点数が少なく済み、光スペクトルアナライザを小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る光通信用デバイスの基本構成を示す概略ブロック図である。

【図2】 本発明に係る光通信用デバイスの動作原理を説明する図である。

【図3】 本発明に係る光通信デバイスの実施の形態を示す概略ブロック図である。

【図4】 図3に示した光通信用デバイスの入射光の波長と電界吸収形変調素子の吸収率との関係が模式的に示されている図である。

【図5】 本発明に係る光通信システムの実施の形態を示す概略ブロック図である。

【図6】 本発明に係る光通信システムの他の実施の形態を示す概略ブロック図である。

【図7】 本発明に係る光通信装置を光スペクトルアナライザに適用した例を示す概略ブロック図である。

【図8】 本発明に係る光通信用デバイスを光ファイバ増幅器に適用した例を示す概略ブロック図である。

【図9】 本発明に係る光通信装置の一例を示す概略ブロック図である。

【図10】 本発明に係る光通信システムの一例を示す概略ブロック図である。

【図11】 本発明に係る光通信装置の一例を示す概略ブロック図である。

【図12】 本発明に係る光通信装置の一例を示す概略ブロック図である。

【図13】 本発明に係る光通信装置の一例を示す概略ブロック図である。

【図14】 従来における光受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図15】 従来における光受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図16】 従来における光受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図17】 従来における光ファイバ増幅器の概略構成を示すブロック図である。

【図18】 従来における波長多重光送信装置の概略構成を示すブロック図である。

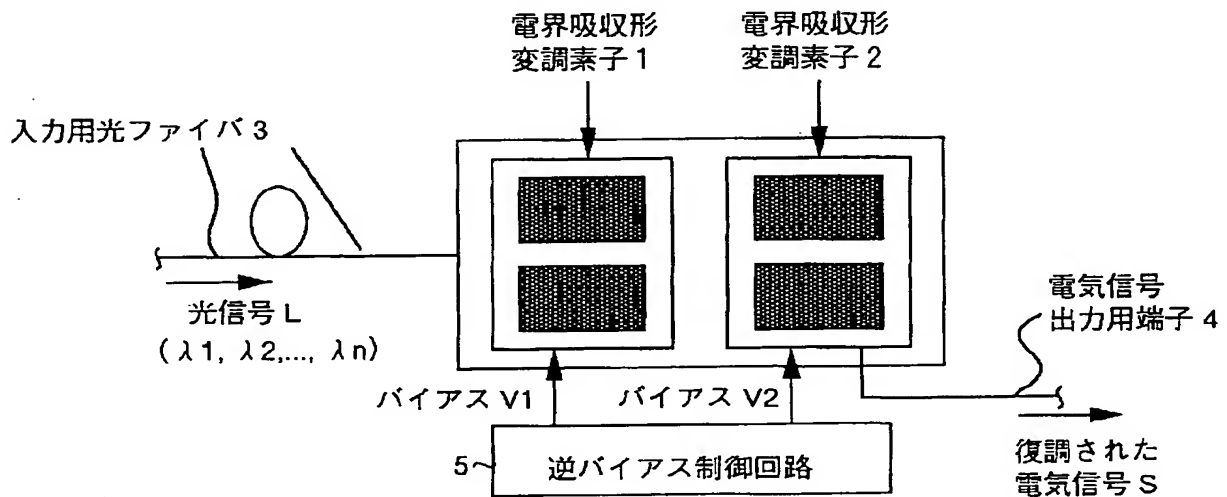
【符号の説明】

1, 2, 36a, 36b, 36n, 111, 112 電界吸収形変調素子、1a, 1b, 1n 電動可変光アッテネータ、3, 63, 102 光ファイバ、4 電気信号出力用端子、5, 31, 72, 601, 801 逆バイ

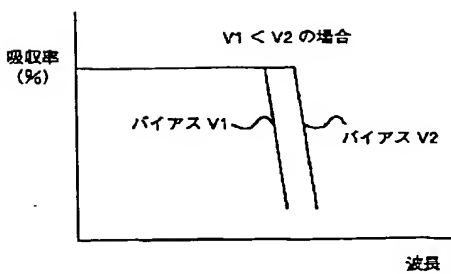
アス制御回路、9a, 9b, 9n 送信用レーザ光源、21a, 21b, 21n 光受信装置、35a, 35b, 35n, 108, 109 バイアス供給線、62 波長変動検出回路、64 フォトダイオード、71a, 71b, 806 タイミング発生回路、101 波長多重光送信装置、104, 380 光通信用デバイス、105 信号線、113 逆バイアス供給回路、201 分岐手段、204 電気信号処理部、300 光受信装置、300a 光スペクトルアナライザ、300b, 800, 1000 光通信装置、400 信号光入力部、\*10

\*401 外部インタフェース部、501 希土類添加光ファイバ、502 光多重化手段、503 光アイソレータ、504 モニタ用光分岐部、505 励起用半導体レーザ、506 励起用半導体レーザ駆動制御回路、602 入力断検出回路、701 暗号化信号発生装置、704 暗号化光信号送信装置、705 暗号化信号受信装置、804 光合成手段、805 レーザ駆動回路、811 信号光電力情報処理回路、901 アッテネータ制御駆動回路、902 光分岐手段、1012 逆バイアス情報制御回路。

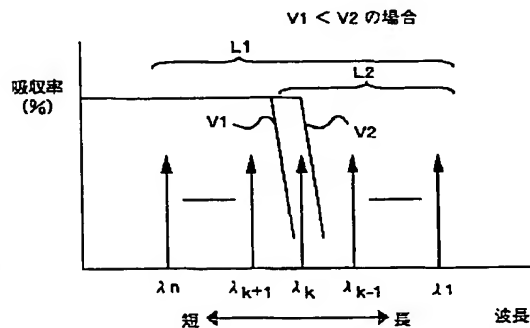
【図1】



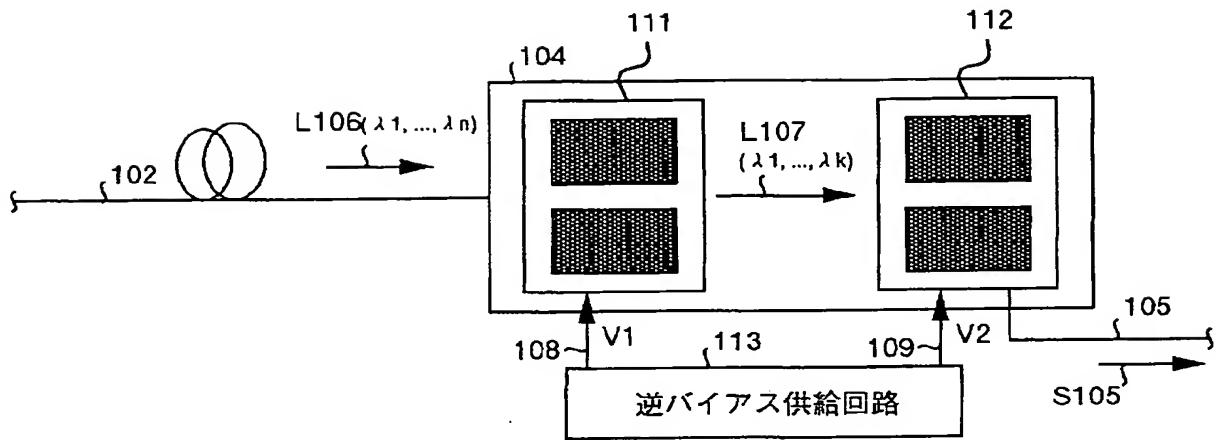
【図2】



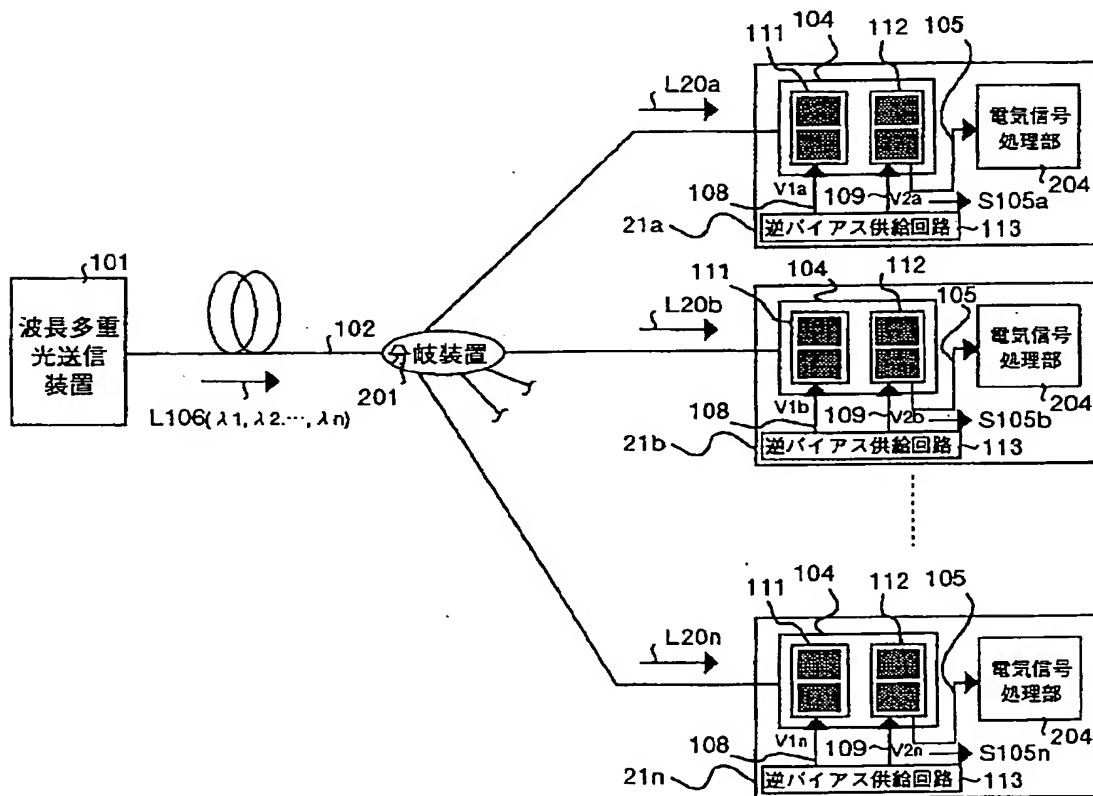
【図4】



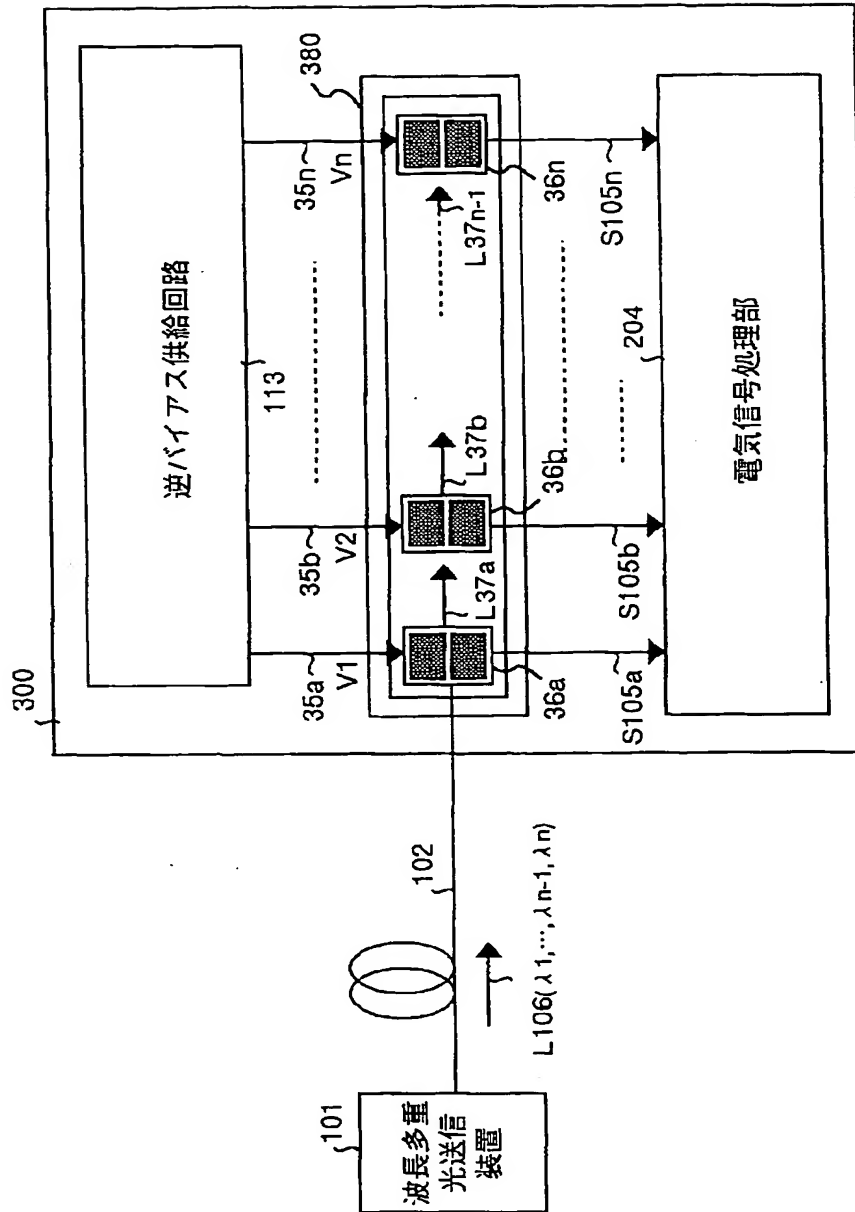
【図3】



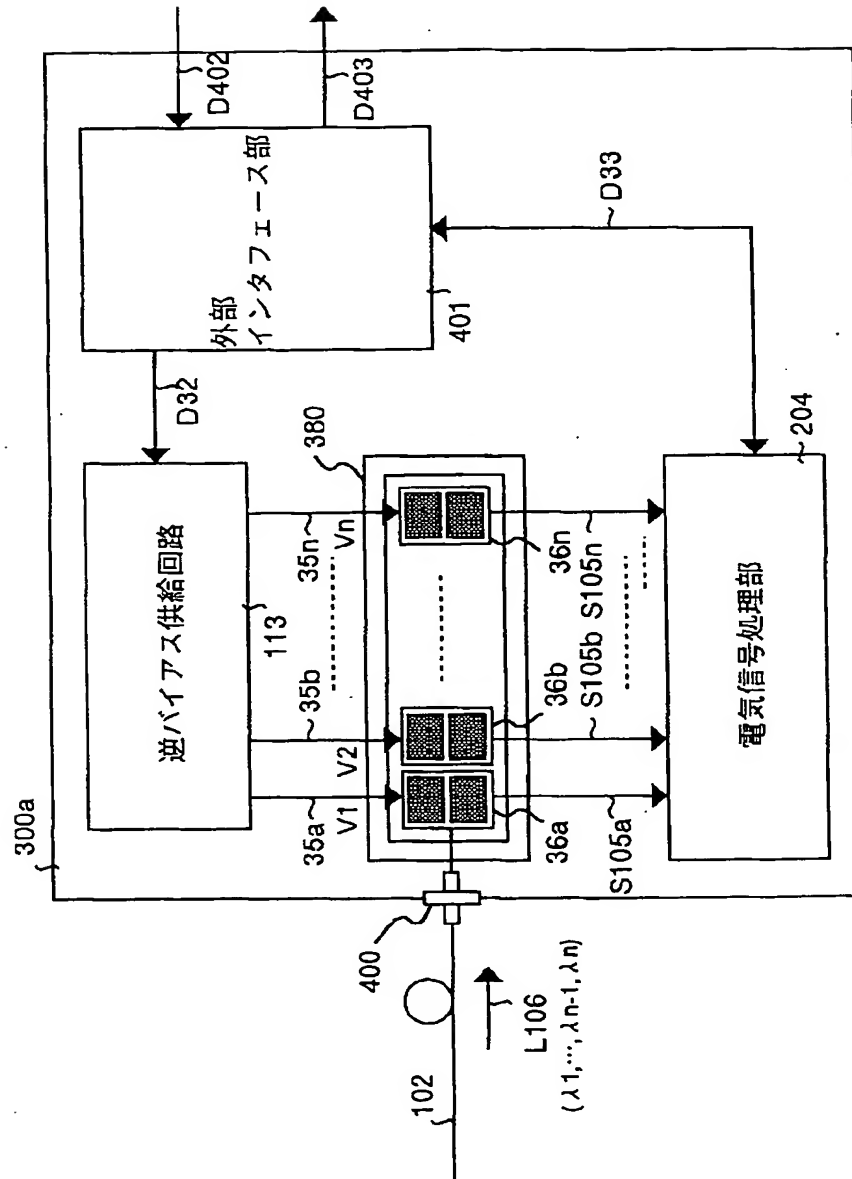
【図5】



【図6】

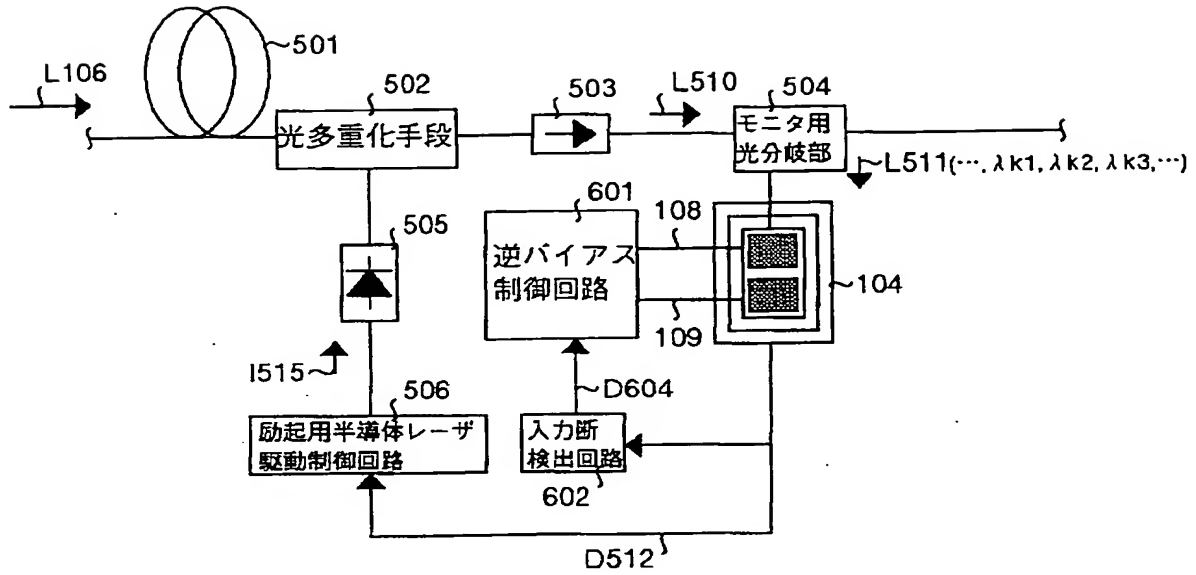


【図7】

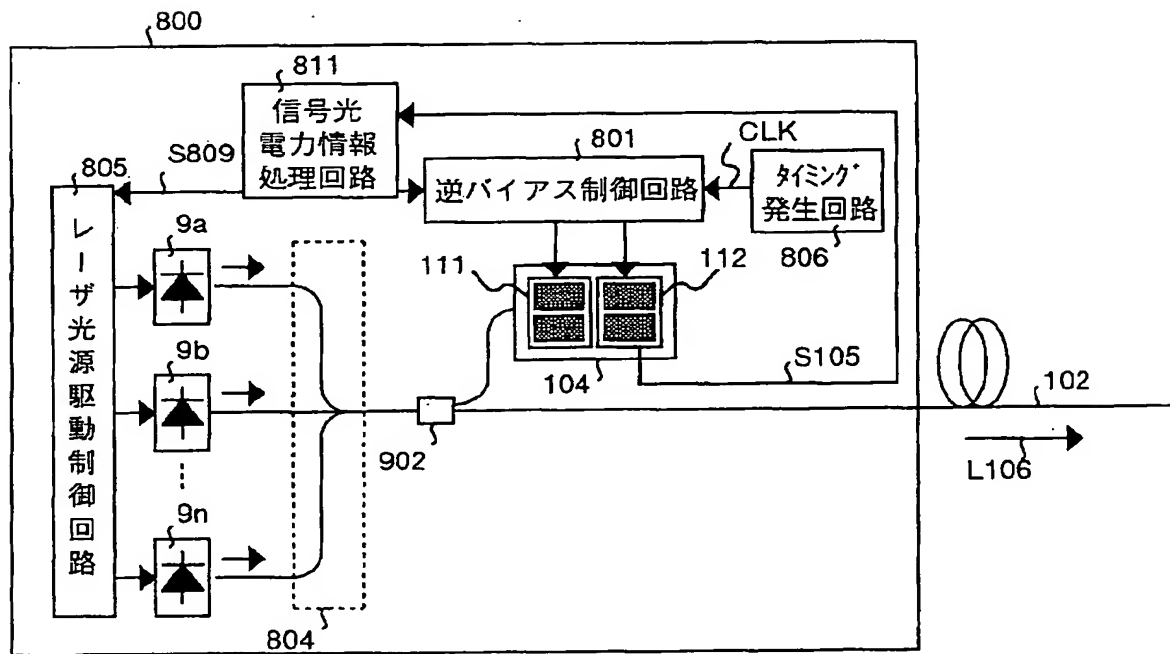




【図8】

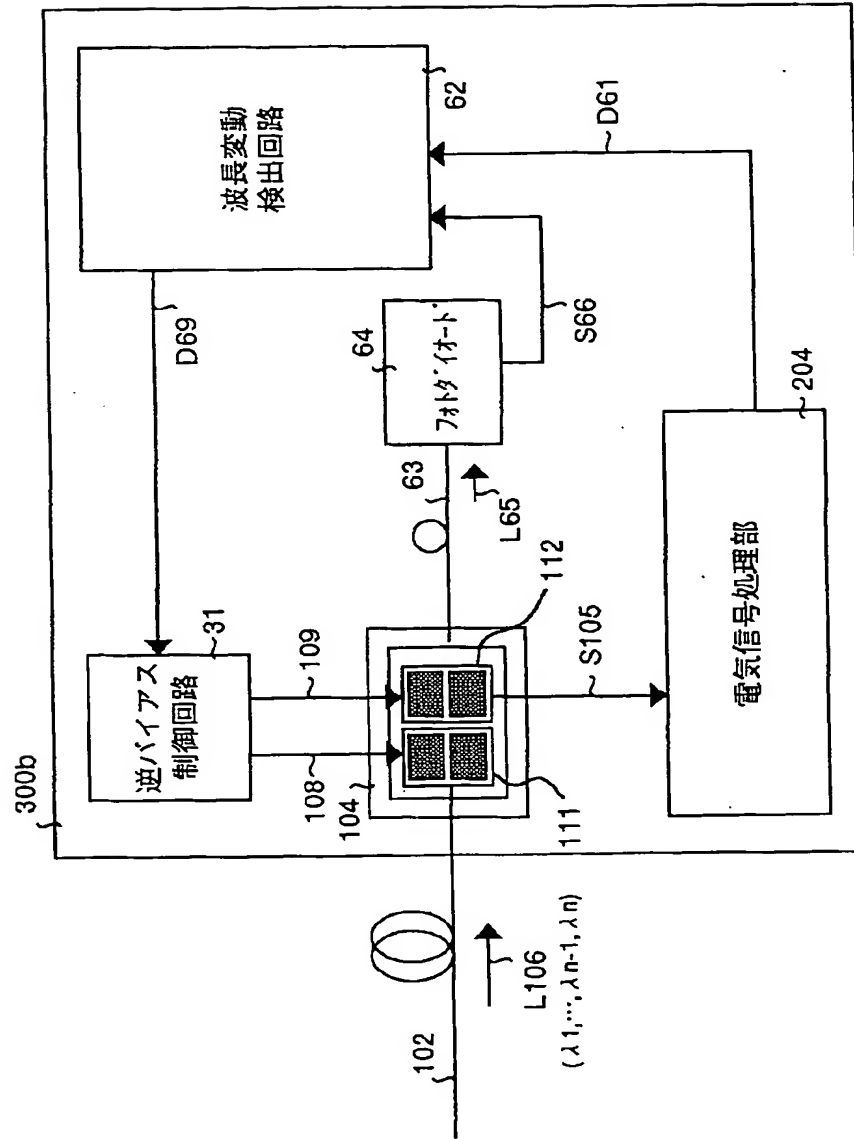


【図11】

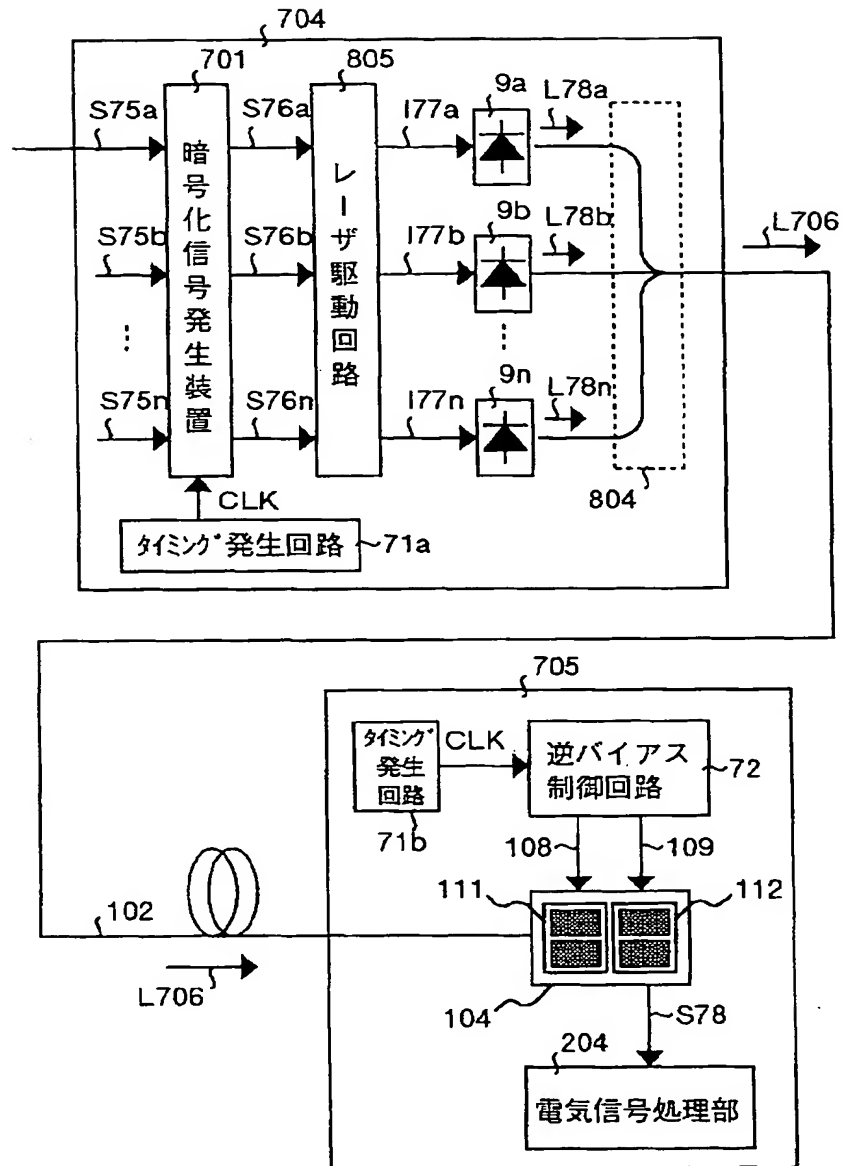


(21)

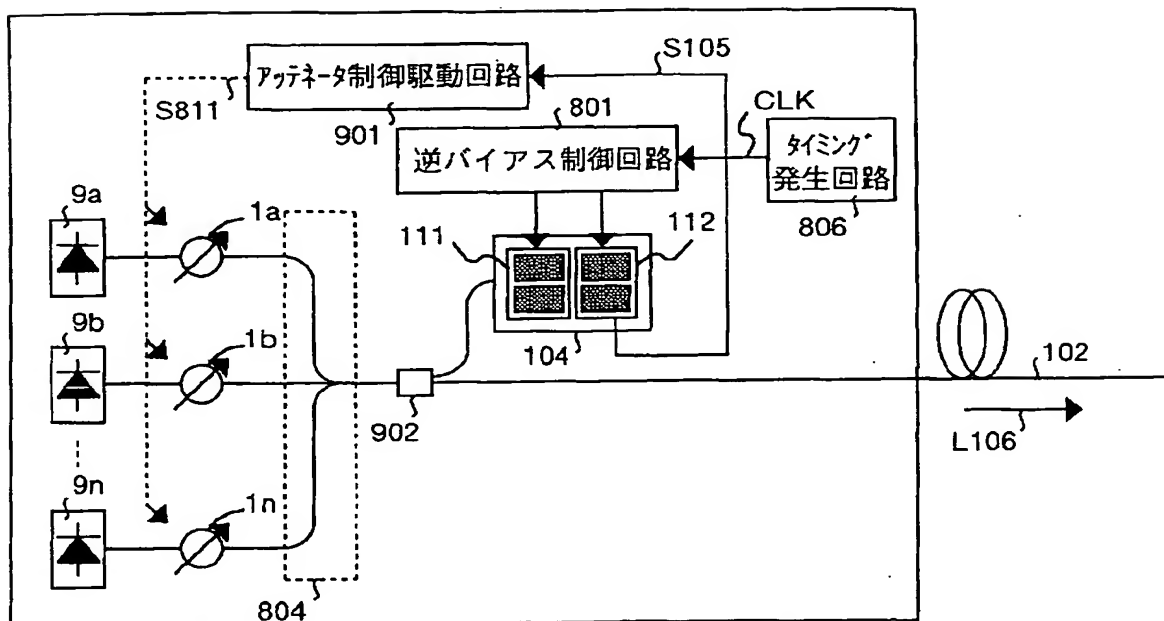
【図9】



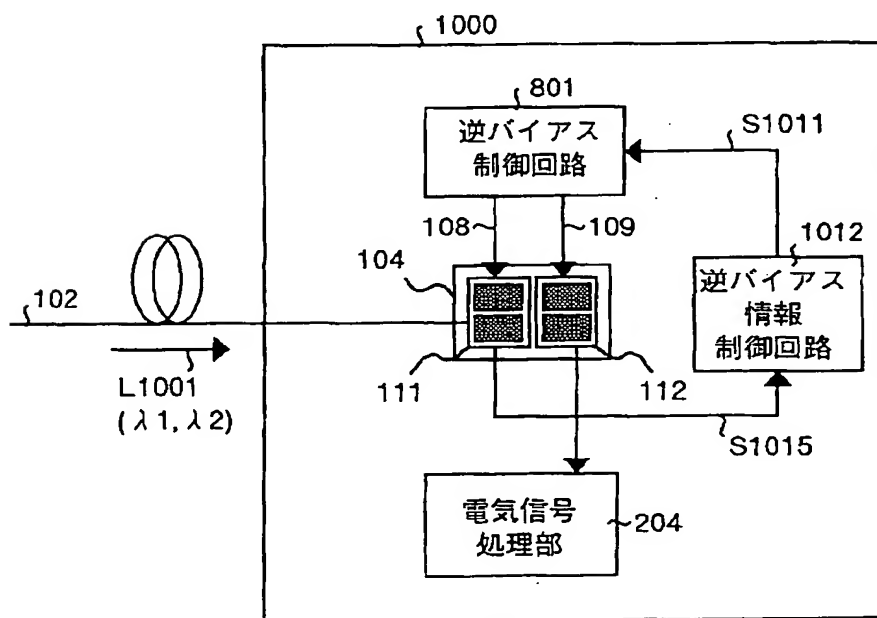
【図10】



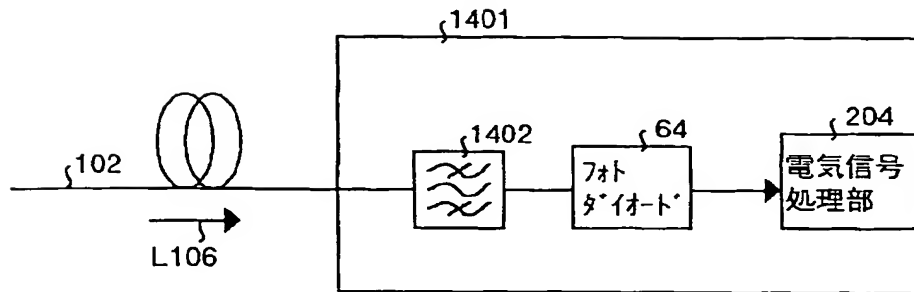
【図12】



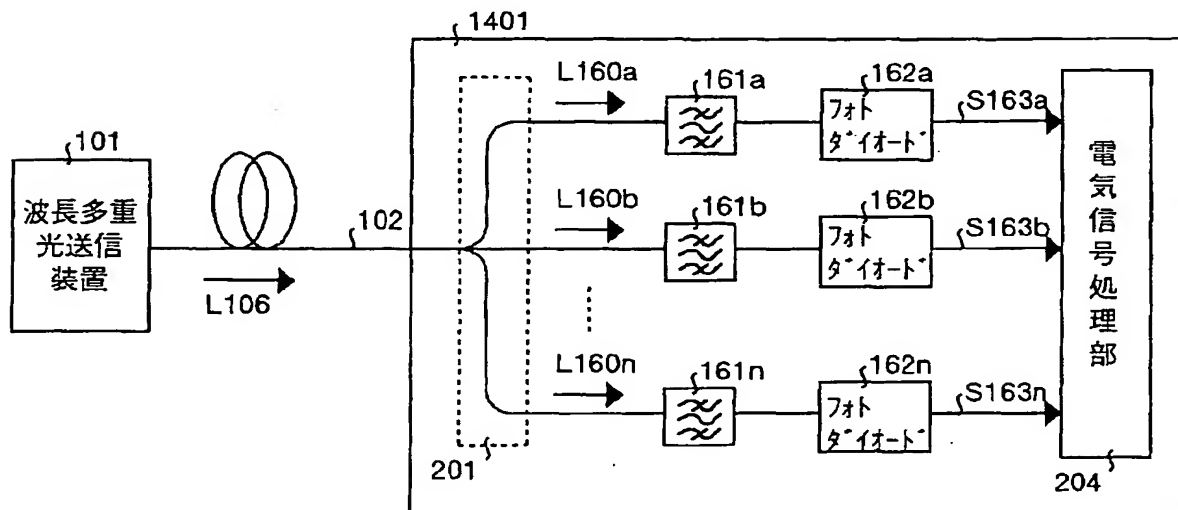
【図13】



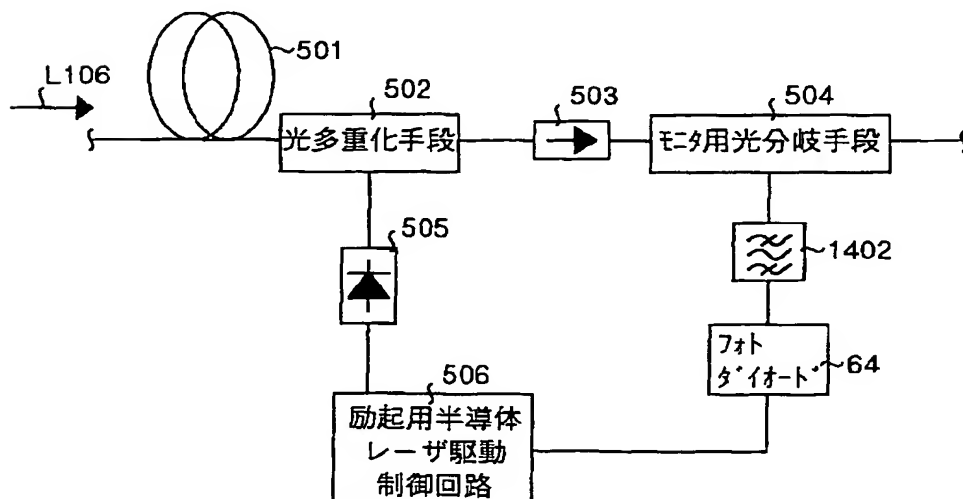
【図14】



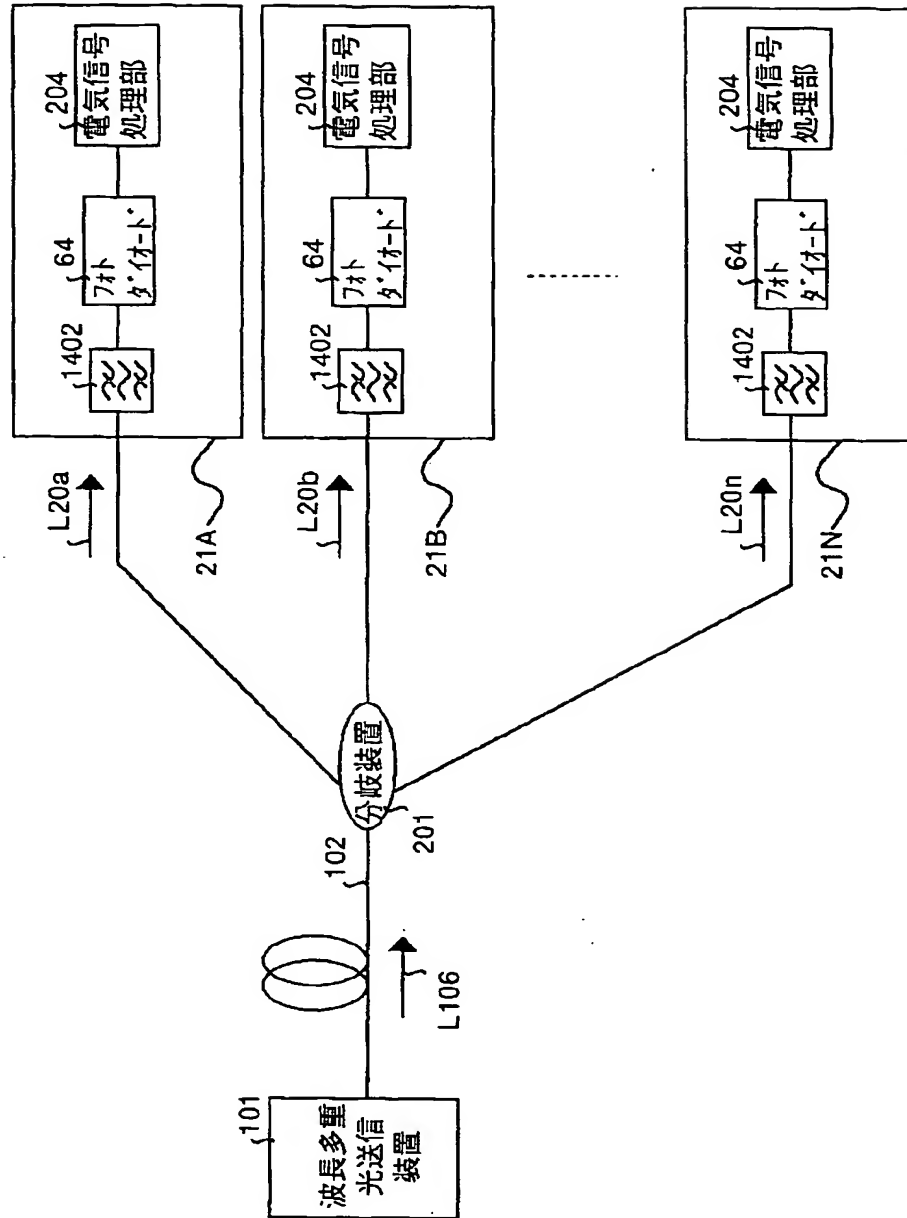
【図16】



【図17】

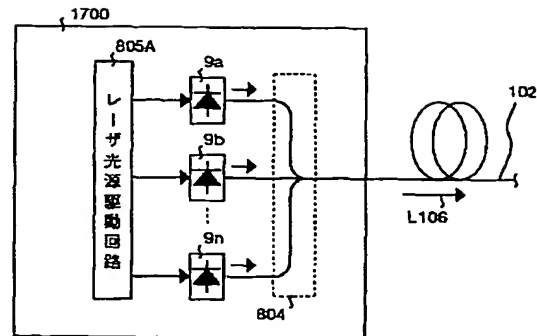


【図15】





【図 18】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H04B 10/06  
10/14  
10/135  
10/13  
10/12  
10/28  
10/02  
10/26

識別記号

F I  
H04B 9/00

Y

JP10-290213, Oct. 27, 1998, English Translation of [0007] and Fig. 17.

[0007] In addition, in conventional optical fiber amplifiers as well, as is shown in Fig. 17, monitor light is demodulated by the combining of the variable wavelength optical filter 1402 and the photodiode 64.

FIG. 17

502: WAVELENGTH MULTIPLEXING MEANS

504: MONITORING OPTICAL BRANCHING MEANS

64: PHOTODIODE

506: EXCITATION SEMICONDUCTOR LASER DRIVE CONTROL CIRCUIT

